

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-121937

(P2003-121937A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	D 2 H 0 8 8
			Z 2 H 0 8 9
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
1/1333		1/1333	2 K 1 0 3
1/1335		1/1335	

審査請求 未請求 請求項の数73 O L (全 48 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-166053(P2002-166053)

(22) 出願日 平成14年6月6日 (2002. 6. 6)

(31) 優先権主張番号 特願2001-240449(P2001-240449)

(32) 優先日 平成13年8月8日 (2001. 8. 8)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2001-240976(P2001-240976)

(32) 優先日 平成13年8月8日 (2001. 8. 8)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2001-242680(P2001-242680)

(32) 優先日 平成13年8月9日 (2001. 8. 9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 藤森 基行

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 柳沢 佳幸

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100079083

弁理士 木下 實三 (外2名)

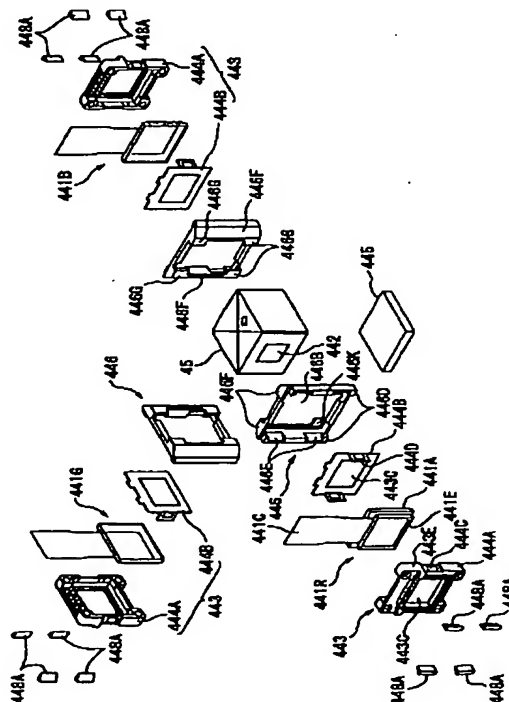
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学装置、およびプロジェクト

(57) 【要約】

【課題】 冷却性能の一層の向上が可能な液晶パネルのプリズムへの取り付け構造を提供すること。

【解決手段】 台座445に固着されて液晶パネル441Rが保持された保持枠443を保持する収納体であって、光入射側には保持枠443を受け入れるスペースを形成する起立片446Dが左右両側に突出して形成され、光射出側にはクロスダイクロイックプリズム445との間に風路を形成するための凸部446Fが左右両側に形成され、液晶パネル441Rのパネル面に対応する部分に開口部446Bを有してなる保持部材446を介して、液晶パネル441Rをクロスダイクロイックプリズム445に取り付ける。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、前記光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、

前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、前記保持枠と前記台座側面との間に配置される保持部材と、を備え、前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成され、前記光変調装置は、前記保持枠と前記保持部材とを介して、前記台座側面に対して固定されていることを特徴とする光学装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光学装置において、前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は $3\text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であることを特徴とする光学装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の光学装置において、前記保持枠の少なくとも2箇所には孔が形成され、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体から突設され、前記保持枠の前記孔に挿入される突起部と、を備えることを特徴とする光学装置。

【請求項4】 請求項1または2に記載の光学装置において、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体の角隅部分に位置し、該矩形板状体の端縁に沿って延びるように突設され、前記保持枠の外周を保持する正面略L字状の起立片と、を備えることを特徴とする光学装置。

【請求項5】 請求項4に記載の光学装置において、前記起立片は、前記矩形板状体の四隅に突設されることを特徴とする光学装置。

【請求項6】 請求項4に記載の光学装置において、前記起立片は、前記矩形板状体の互いに平行な一対の辺に沿って設けられ、前記矩形板状体の前記辺と略同じ長さを有することを特徴とする光学装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載の光学装置において、前記保持部材は、板状の光学素子と係合する係合溝を備えることを特徴とする光学装置。

【請求項8】 請求項1～6のいずれかに記載の光学装置において、前記保持部材は、光学素子を固定するための支持面を有していることを特徴とする光学装置。

【請求項9】 請求項1～6のいずれかに記載の光学装置において、

2

前記保持部材には、第1の光学素子を固定するための第1の支持面と、第2の光学素子を固定するための第2の支持面とが形成され、前記第1の支持面と前記第2の支持面とは、互いに面外方向位置が異なるように構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかに記載の光学装置において、前記台座は、前記保持部材が接着固定される端面の一部に凹部が形成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項11】 請求項1～10のいずれかに記載の光学装置において、前記保持枠と、前記保持部材と、前記台座とは、熱伝導性を有する接着剤によって固定されていることを特徴とする光学装置。

【請求項12】 請求項11に記載の光学装置において、前記接着剤は、金属材料を含んで構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項13】 請求項1～12のいずれかに記載の光学装置において、前記台座は、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、一方にのみ固定され、他方の前記端面の近傍には、対向する前記保持部材同士を連結する連結部材が設けられており、前記連結部材は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項14】 請求項13に記載の光学装置において、前記台座、前記保持部材、前記連結部材のうち、少なくとも2つが、一体成形されていることを特徴とする光学装置。

【請求項15】 請求項1～14のいずれかに記載の光学装置において、前記保持枠は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項16】 請求項1～15のいずれかに記載の光学装置において、前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項17】 請求項1～16のいずれかに記載の光学装置において、前記光変調装置は、一対の基板と、前記一対の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことを特徴とする光学装置。

【請求項18】 請求項1～17のいずれかに記載の光学装置において、前記保持部材と前記台座側面との間には、前記色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が

(3)

3

設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることを特徴とする光学装置。

【請求項19】 請求項1～18のいずれかに記載の光学装置において、

前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることを特徴とする光学装置。

【請求項20】 請求項1～19のいずれかに記載の光学装置と、前記光学装置によって形成された画像を投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項21】 請求項20に記載のプロジェクタにおいて、

光学系を構成する複数の光学素子を収納する光学部品用筐体を備え、

前記光学部品用筐体は熱伝導性部材によって構成され、前記台座は、該光学部品用筐体に固定されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項22】 請求項21に記載のプロジェクタにおいて、

前記光学装置と前記光学部品用筐体は、外装ケースに収納されており、

前記外装ケースは熱伝導性部材によって構成され、前記光学部品用筐体は前記外装ケースに熱伝導可能な状態で結合されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項23】 複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、

前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、

前記色合成光学素子の光束入射端面に対して直接固定される保持部材と、

前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、を備え、

前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成され、

前記保持枠は、前記保持部材に対して直接固定されていることを特徴とする光学装置。

【請求項24】 請求項23に記載の光学装置において、

前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は、 $3\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 以上であることを特徴とする光学装置。

【請求項25】 請求項23または24に記載の光学装置において、

前記保持枠の少なくとも2箇所には孔が形成され、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体から突設され、前記保持枠の前記孔に挿入される突起部と、を備えることを特徴とする光学装置。

4

【請求項26】 請求項23または24に記載の光学装置において、

前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体の角隅部分に位置し、該矩形板状体の端縁に沿って延びるように突設され、前記保持枠の外周を保持する正面略L字状の起立片と、を備えることを特徴とする光学装置。

【請求項27】 請求項26に記載の光学装置において、

10 前記起立片は、前記矩形板状体の四隅に突設されることを特徴とする光学装置。

【請求項28】 請求項26に記載の光学装置において、

前記起立片は、前記矩形板状体の互いに平行な一対の片に沿って設けられ、前記矩形板状体の前記辺と略同じ長さを有することを特徴とする光学装置。

【請求項29】 請求項23～28のいずれかに記載の光学装置において、

20 前記保持部材は、光学素子を固定するための支持面を有していることを特徴とする光学装置。

【請求項30】 請求項23～28のいずれかに記載の光学装置において、

前記保持部材には、第1の光学素子を固定するための第1の支持面と、第2の光学素子を固定するための第2の支持面とが形成され、前記第1の支持面と前記第2の支持面とは、互いに面外方向位置が異なるように構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項31】 請求項23～30のいずれかに記載の光学装置において、

30 前記色合成光学素子と前記台座とが熱伝導性接着剤で固着されていることを特徴とする光学装置。

【請求項32】 請求項23～31のいずれかに記載の光学装置において、

前記色合成光学素子と前記保持部材とが熱伝導性接着剤で固着されていることを特徴とする光学装置。

【請求項33】 請求項23～32のいずれかに記載の光学装置において、

前記保持部材と前記保持枠とが熱伝導性接着剤で固着されていることを特徴とする光学装置。

40 【請求項34】 請求項31～33のいずれかに記載の光学装置において、

前記接着剤は、金属材料を含んで構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項35】 請求項23～34のいずれかに記載の光学装置において、

前記保持枠は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項36】 請求項23～35のいずれかに記載の光学装置において、

50 前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、

(4)

5

収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項37】 請求項23～36のいずれかに記載の光学装置において、

前記光変調装置は、一对の基板と、前記一对の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことを特徴とする光学装置。

【請求項38】 請求項23～37のいずれかに記載の光学装置において、

前記色合成光学素子の光入射端面には、該色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは熱伝導可能に結合されていることを特徴とする光学装置。

【請求項39】 請求項23～38のいずれかに記載の光学装置において、

前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることを特徴とする光学装置。

【請求項40】 請求項23～39のいずれかに記載の光学装置と、前記光学装置によって形成された画像を投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項41】 請求項40に記載のプロジェクタにおいて、

光学系を構成する複数の光学素子を収納する光学部品用筐体を備え、

前記光学部品用筐体は熱伝導性部材によって構成され、

前記台座は、該光学部品用筐体に固定されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項42】 請求項41に記載のプロジェクタにおいて、

前記光学装置と前記光学部品用筐体は、外装ケースに収納されており、

前記外装ケースは熱伝導性部材によって構成され、

前記光学部品用筐体は前記外装ケースに熱伝導可能な状態で結合されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項43】 複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、

前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、

前記保持枠の側縁を覆うように形成された起立片と、前記保持枠の前記色合成光学素子側の面を支持する支持片とを有し、前記色合成光学素子の光束入射端面に対して直接固定される保持部材と、

前記保持枠と前記保持部材の前記起立片との間に配置されるスペーサと、

前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一对の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、を備

6

え、

前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成され、

前記保持枠は、前記スペーサを介して前記保持部材に固定されていることを特徴とする光学装置。

【請求項44】 請求項43に記載の光学装置において、

前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は  $3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上であることを特徴とする光学装置。

10 【請求項45】 請求項43または44に記載の光学装置において、

前記保持部材は、前記色合成光学素子との接合面に凸部を有しており、前記色合成光学素子と該凸部とによって、前記色合成光学素子と前記保持部材との間に部分的な隙間が形成されることを特徴とする光学装置。

【請求項46】 請求項43～45のいずれかに記載の光学装置において、

前記色合成光学素子と前記台座とが熱伝導性接着剤で固着されていることを特徴とする光学装置。

20 【請求項47】 請求項43～46のいずれかに記載の光学装置において、

前記色合成光学素子と前記保持部材とが熱伝導性接着剤で固着されていることを特徴とする光学装置。

【請求項48】 請求項43～47のいずれかに記載の光学装置において、

前記保持部材と前記保持枠とが熱伝導性接着剤で固着されていることを特徴とする光学装置。

【請求項49】 請求項48に記載の光学装置において、

30 前記起立片と前記保持枠との間の隙間が熱伝導性接着剤で充填されていることを特徴とする光学装置。

【請求項50】 請求項46～49のいずれかに記載の光学装置において、

前記接着剤は、金属材料を含んで構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項51】 請求項43～50のいずれかに記載の光学装置において、

前記保持枠は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成されていることを特徴とする光学装置。

40 【請求項52】 請求項43～51のいずれかに記載の光学装置において、

前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項53】 請求項43～52のいずれかに記載の光学装置において、

前記光変調装置は、一对の基板と、前記一对の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことを特徴とする光学装置。

50



(5)

7

【請求項54】 請求項43～53のいずれかに記載の光学装置において、前記色合成光学素子の光入射端面には、該色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることを特徴とする光学装置。

【請求項55】 請求項43～54のいずれかに記載の光学装置において、前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることを特徴とする光学装置。

【請求項56】 請求項43～55のいずれかに記載の光学装置と、前記光学装置によって形成された画像を投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項57】 請求項56に記載のプロジェクタにおいて、光学系を構成する複数の光学素子を収納する光学部品用筐体を備え、前記光学部品用筐体は熱伝導性部材によって構成され、前記台座は、該光学部品用筐体に固定されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項58】 請求項57に記載のプロジェクタにおいて、前記光学装置と前記光学部品用筐体は、外装ケースに収納されており、前記外装ケースは熱伝導性部材によって構成され、前記光学部品用筐体は前記外装ケースに熱伝導可能な状態で結合されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項59】 複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、前記光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、前記保持枠の側縁を覆うように形成された起立片と、前記保持枠の前記色合成光学素子側の面を支持する支持片とを有し、前記台座に対して直接固定される保持部材と、前記保持枠と前記保持部材の前記起立片との間に配置されるスペーサと、を備え、前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属又は熱伝導性樹脂で構成され、前記保持枠は、前記スペーサを介して前記保持部材に固定されていることを特徴とする光学装置。

【請求項60】 請求項59に記載の光学装置において、前記熱伝導性金属又は熱伝導性樹脂の熱伝導率は、 $3\text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上であることを特徴とする光学装置。

8

【請求項61】 請求項59または60に記載の光学装置において、前記台座は、前記保持部材が接着固定される端面の一部に凹部が形成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項62】 請求項59～61のいずれかに記載の光学装置において、前記保持枠と、前記保持部材と、前記台座とは、熱伝導性を有する接着剤によって固定されていることを特徴とする光学装置。

10 【請求項63】 請求項62に記載の光学装置において、前記起立片と前記保持枠との間の隙間が前記熱伝導性接着剤で充填されていることを特徴とする光学装置。

【請求項64】 請求項62または63に記載の光学装置において、前記接着剤は、金属材料を含んで構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項65】 請求項59～64のいずれかに記載の光学装置において、

20 前記台座は、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、一方にのみ固定され、他方の前記端面の近傍には、対向する前記保持部材同士を連結する連結部材が設けられており、前記連結部材は、熱伝導性金属又は熱伝導性樹脂で構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項66】 請求項65に記載の光学装置において、前記台座、前記保持部材、前記連結部材のうち、少なくとも2つが一体成形されていることを特徴とする光学装置。

30 【請求項67】 請求項59～66のいずれかに記載の光学装置において、前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることを特徴とする光学装置。

【請求項68】 請求項59～67のいずれかに記載の光学装置において、前記光変調装置は、一対の基板と、前記一対の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことを特徴とする光学装置。

40 【請求項69】 請求項59～68のいずれかに記載の光学装置において、前記色合成光学素子の光入射端面には、該色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることを特徴とする光学装置。

【請求項70】 請求項59～69のいずれかに記載の光学装置において、50 前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されている

(6)

9

ことを特徴とする光学装置。

【請求項71】 請求項59～70のいずれかに記載の光学装置と、前記光学装置によって形成された画像を投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項72】 請求項71に記載のプロジェクタにおいて、光学系を構成する複数の光学素子を収納する光学部品用筐体を備え、前記光学部品用筐体は熱伝導性部材によって構成され、前記台座は、該光学部品用筐体に固定されていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項73】 請求項72に記載のプロジェクタにおいて、前記光学装置と前記光学部品用筐体は、外装ケースに収納されており、前記外装ケースは熱伝導性部材によって構成され、前記光学部品用筐体は前記外装ケースに熱伝導可能な状態で結合されていることを特徴とするプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、色光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、光変調装置で変調された色光を合成する色合成光学素子とが一体化された光学装置、およびその光学装置を採用したプロジェクタに関する。

【0002】

【従来の技術】プロジェクタにおける液晶パネルとプリズムの取り付け構造は、例えば、特開2000-221587あるいは特開2000-221588等の開示されている。これらの公報では、液晶パネルをパネル枠体内に収めてプリズムに取り付けることで、この部分の組立性や信頼性を高める工夫を行っている。そして、液晶パネルの冷却は、パネル枠体とプリズムとの間に設けた風路での冷却にほとんど依存する構造としていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、プロジェクタの小型化、高輝度化が促進され、装置内の熱密度が従来に比べて上昇して来たため、液晶パネルの冷却を主として風路のみに依存した構造では、プロジェクタ内部の放熱対策、特に液晶パネルの冷却が充分に行えず、液晶パネルの性能を充分に発揮させることが困難となってきた。本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、冷却性能の一層の向上が可能な、光学装置を提供し、これによってプロジェクタの小型化、高輝度化、並びに高信頼性化にも寄与しようとするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の形態に係る光学装置は、複数の色光を色光毎に画像情報に応じて

10

変調する複数の光変調装置と、前記光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、前記保持枠と前記台座側面との間に配置される保持部材と、を備え、前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成され、前記光変調装置は、前記保持枠と前記保持部材とを介して、前記台座側面に対して固定されていることを特徴とする。このような本発明によれば、前記保持部材および前記台座を、良好な熱伝導性を有する熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成しているため、光変調装置で発生した熱を、保持部材～台座の順に逃がすことによって放熱させることができる。よって、光変調装置の温度上昇による動作不良を防止することができるとともに、光変調装置の冷却性能を大きく向上させることが可能となる。また、光変調装置の冷却性能が改善されたことにより、

光源からの光束を増やすことができ、スクリーン上に投写される画像の明るさを増加させることができる。さらに、光学装置の冷却にファンを用いる場合には、当該ファンを小型化することができる。なお、「台座側面に対して固定」とは、台座側面に、スペーサやピンなど位置調整用の部材を介することなく保持部材が固定されていることを意味する。従って、台座側面と保持部材との間に放熱性向上のためのサファイア基板や金属板などが介するような場合も、本発明の第1の形態に含まれる。

【0005】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は  $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  以上であることが好ましい。このような構成によれば、上記熱伝導経路を辿って光変調装置で発生した熱を迅速に放熱することができる。また、保持部材および前記台座の材料の材料は、 $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  以上の条件を満たす範囲で自由に設定することができ、要求に応じた材質にすることが可能となる。従って、光学装置を設計するにあたり、要求される性能等に応じて材料の最適化を図ることができる。

【0006】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持枠の少なくとも2箇所には孔が形成され、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体から突設され、前記保持枠の前記孔に挿入される突起部とを備えることが好ましい。このような構成によれば、突起部を介して光変調装置の熱を逃がすことが可能となるため、放熱性能をより向上させることが可能となる。

【0007】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体の角隅部分に位置し、該矩形板状体の端縁に沿って延びるよう

(7)

11

に突設され、前記保持枠の外周を保持する正面略L字状の起立片と、を備えることが好ましい。このような構成によれば、L字状の起立片を介して光変調装置の熱を逃がすことが可能となるため、放熱性能をより向上させることが可能となる。

【0008】この場合において、前記起立片は、前記矩形板状体の四隅に突設されることが好ましい。このような構成によれば、四隅の起立片を介して光変調装置の熱を均一に逃がすことが可能となるため、熱によって光変調装置に与えられる外力の影響を緩和することができ、

よって、光変調装置の安定した保持が可能となる。

【0009】また、この場合において、前記起立片は、前記矩形板状体の互いに平行な一対の辺に沿って設けられ、前記矩形板状体の前記辺と略同じ長さを有するものとすることも可能である。このような構成によれば、光変調装置と保持部材との接触部分をより大きくすることができ、放熱性能をさらに向上させることができる。

【0010】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持部材は、板状の光学素子と係合する係合溝、あるいは、光学素子を固定するための支持面を有していることが好ましい。このような構成によれば、当該光学素子の熱を保持部材に放熱することができる。よって、当該光学素子の温度上昇を緩和して、熱による劣化を防止することができる。なお、光学素子としては、偏光板、位相差板、光学補償板、集光レンズ等が挙げられる。

【0011】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持部材には、第1の光学素子を固定するための第1の支持面と、第2の光学素子を固定するための第2の支持面とが形成され、前記第1の支持面と前記第2の支持面とは、互いに面外方向位置が異なるように構成されていることが好ましい。このような構成によれば、当該光学素子の熱を保持部材に放熱することができ、よって、当該光学素子の温度上昇を緩和して、熱による劣化を防止することができる。さらに、前記第1の支持面と前記第2の支持面とは、互いに面外方向位置が異なるように構成されているため、複数の光学素子が異なる位置で保持部材に支持される。よって、光学装置の冷却にファンを用いた場合には、これらの光学素子の間に風路が形成されるため、これらの光学素子を効率良く冷却することが可能となる。なお、光学素子としては、偏光板、位相差板、光学補償板、集光レンズ等が挙げられる。

【0012】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記台座は、前記保持部材が接着固定される端面の一部に凹部が形成されていることが好ましい。このような構成によれば、光学装置の冷却にファンを用いた場合に、この凹部を冷却風の流路とすることが可能となる。よって、光学装置を効率良く冷却することが可能とな

12

る。

【0013】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持枠と、前記保持部材と、前記台座とは、熱伝導性を有する接着剤によって固定されていることが好ましい。このような構成によれば、各部材間に介在する接着剤が、部材間の熱伝達を補助するようになるため、放熱性能をより向上させることができる。

【0014】ここで、この接着剤は、金属材料を含んで構成されていることが好ましい。このような接着剤を用いれば、接着剤中の金属材料が部材間に挟まれて、これらの部材を熱的に接続するようになるため、部材間の熱伝達がさらに促進される。

【0015】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記台座は、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、一方にのみ固定され、他方の前記端面の近傍には、対向する前記保持部材同士を連結する連結部材が設けられており、前記連結部材は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成されていることが好ましい。このような構成とすれば、保持部材～台座の熱伝達による放熱だけでなく、保持部材～連結部材による放熱も可能となる。よって、光変調装置の冷却性能をより向上させることが可能となる。

【0016】また、このとき、前記台座、前記保持部材、前記連結部材のうち、少なくとも2つが、一体成形されていることが好ましい。このような構成とすれば、保持部材～台座、保持部材～連結部材への放熱がよりスムーズとなり、光変調装置の冷却性能をさらに向上させることが可能となる。

【0017】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持枠は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成されていることが好ましい。このような構成によれば、光変調装置と保持部材との間に介在する保持枠の熱伝導性を高めることが可能となるため、放熱性能をさらに向上させることが可能となる。

【0018】またこのとき、前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることが好ましい。保持枠をこのような構成とすれば、光変調装置と保持枠との接触面積は増加する。したがって、光変調装置で発生した熱を効率的に保持枠に放熱することができ、光変調装置の冷却効率を向上させることができる。光変調装置と保持枠との接触面積が増えるため、放熱性能をより向上させることが可能となる。

【0019】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記光変調装置は、一対の基板と、前記一対の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことが好ましい。このように、光変調装置に熱伝導率がより高い光透過性防塵板を設ければ、光変調装置の基板自体へのゴミの付着を防ぐことが

(8)

13

でき、また、光変調装置の表面からも放熱を行うことが可能となるため、光変調装置の冷却性能をさらに向上させることが可能となる。よって、光変調装置の基板自体にゴミが付着することによる画質の低下、並びに、熱によって光変調装置の性能が劣化することによる画質の低下を図ることができ、このような光学装置が採用されるプロジェクタなどの光学機器の画質を向上させることが可能となる。

【0020】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記保持部材と前記台座側面との間には、前記色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることが好ましい。このような構成によれば、保持部材～光透過性板～台座からなるより効率的な熱伝導経路を構成することができる。よって、色合成光学素子が比較的熱伝導率の低い材料で構成されている場合であっても、高い放熱性能を維持することが可能となる。このような光透過性板としては、熱伝導率が一般的なガラスよりも高いサファイア、水晶、石英等が挙げられる。さらに、このとき、前記光透過性板と前記台座とを、熱伝導性接着剤で結合したり、熱伝導性シートや、熱伝導材から成るスペーサ部材等を介して結合したりしてもよい。このように、光透過性板と台座とを熱伝導性の良好な熱伝導性接着剤等を介して結合することで、上記熱伝導経路における放熱特性を向上させることができる。

【0021】本発明の第1の形態に係る光学装置において、前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることが好ましい。先に述べたように、光変調装置で発生した熱は、保持部材を介して台座へと放出される。そこで、台座に強制冷却を行う放熱装置を接続すれば、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0022】本発明の第2の形態に係る光学装置は、複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、前記色合成光学素子の光束入射端面に対して直接固定される保持部材と、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、を備え、前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成され、前記保持枠は、前記保持部材に対して直接固定されていることを特徴とするものである。このような本発明によれば、保持部材と台座とを良好な熱伝導性を有する熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成しているため、光変調装置で発生した熱を、保持部材～色合成光学素子～台座の順に放熱させることができ、光変調装置の冷却性能を大きく向

14

上させることが可能となる。さらに、光学装置の冷却にファンを用いる場合には、当該ファンを小型化することが可能となる。なお、「～に対して直接固定」とは、各部材間に、スペーサやピンなど位置調整用の部材を介することなくこれらの部材が互いに固定されていることを意味する。よって、これらの部材の間に、放熱性向上のためのサファイア基板や金属板が介在するような場合も、本発明の第2の形態に含まれる。

【0023】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は、 $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であることが好ましい。このような構成によれば、上記熱伝導経路を辿って光変調装置で発生した熱を迅速に放熱することができる。また、保持部材および台座の材料は、 $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上の条件を満たす範囲で自由に設定することができ、要求に応じた材質にすることが可能となる。従って、光学装置を設計するにあたり、要求性能等に応じて材料の最適化を図ることができる。

【0024】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記保持枠の少なくとも2箇所には孔が形成され、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体から突設され、前記保持枠の前記孔に挿入される突起部と、を備えることが好ましい。このような構成によれば、突起部を介して光変調装置の熱を逃がすことが可能となるため、放熱性能をより向上させることが可能となる。

【0025】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記保持部材は、前記保持枠の開口と対応する位置に開口が形成された矩形板状体と、該矩形板状体の角隅部分に位置し、該矩形板状体の端縁に沿って延びるように突設され、前記保持枠の外周を保持する正面略L字状の起立片と、を備えることが好ましい。このような構成によれば、L字状の起立片を介して光変調装置の熱を逃がすことが可能となるため、放熱性能をより向上させることが可能となる。

【0026】この場合において、前記起立片は、前記矩形板状体の四隅に突設されることが好ましい。このような構成によれば、四隅の起立片を介して光変調装置の熱を均一に逃がすことが可能となるため、熱によって光変調装置に与えられる外力の影響を緩和することができ、よって、光変調装置の安定した保持が可能となる。

【0027】また、この場合において、前記起立片は、前記矩形板状体の互いに平行な一対の辺に沿って設けられ、前記矩形板状体の前記辺と略同じ長さを有するものとすることも可能である。このような構成によれば、光変調装置と保持部材との接触部分をより大きくすることができるため、放熱性能をさらに向上させることができる。

【0028】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記保持部材は、光学素子を固定するための支持面

15

を有していることが好ましい。このような構成によれば、当該光学素子の熱を保持部材に放熱することができる。よって、当該光学素子の温度上昇を緩和して、熱による劣化を防止することができる。なお、光学素子としては、偏光板、位相差板、光学補償板、集光レンズ等が挙げられる。

【0029】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記保持部材には、第1の光学素子を固定するための第1の支持面と、第2の光学素子を固定するための第2の支持面とが形成され、前記第1の支持面と前記第2の支持面とは、互いに面外方向位置が異なるように構成されていることが好ましい。このような構成によれば、当該光学素子の熱を保持部材に放熱することができる。よって、当該光学素子の温度上昇を緩和して、熱による劣化を防止することができる。さらに、前記第1の支持面と前記第2の支持面とは、互いに面外方向位置が異なるように構成されているため、複数の光学素子が異なる位置で保持部材に支持される。よって、光学装置の冷却にファンを用いた場合には、これらの光学素子の間に風路が形成されるため、これらの光学素子を効率良く冷却することが可能となる。なお、光学素子としては、偏光板、位相差板、光学補償板、集光レンズ等が挙げられる。

【0030】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記色合成光学素子と前記台座、前記色合成光学素子と前記保持部材、前記保持部材と前記保持枠は、それぞれ、熱伝導性接着剤で固着されていることが好ましい。このような構成によれば、各部材間に介在する接着剤が、部品間の熱伝達を補助するようになるため、放熱性能をより向上させることができる。また、この場合において、前記接着剤は、金属材料を含んで構成されていることが好ましい。このような接着剤を用いれば、接着剤中の金属材料が部材間に挟まれて、これらの部材を熱的に接続するようになるため、部材間の熱伝達がさらに促進される。

【0031】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記保持枠は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成されていることが好ましい。このような構成によれば、光変調装置と保持部材との間に介在する保持枠の熱伝導性を高めることが可能となるため、放熱性能をさらに向上させることが可能となる。

【0032】またこのとき、前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることが好ましい。保持枠をこのような構成とすれば、光変調装置と保持枠との接触面積は増加する。したがって、光変調装置で発生した熱を効率的に保持枠に放熱することができ、光変調装置の冷却効率を向上させることができる。

【0033】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記光変調装置は、一対の基板と、前記一対の基板

(9)

16

の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことが好ましい。このように、光変調装置に熱伝導率がより高い光透過性防塵板を設ければ、光変調装置の基板自体へのゴミの付着を防ぐことができ、また、光変調装置の表面からも放熱を行うことが可能となるため、光変調装置の冷却性能をさらに向上させることが可能となる。よって、光変調装置の基板自体にゴミが付着することによる画質の低下、並びに、熱によって光変調装置の性能が劣化することによる画質の低下を図ることができ、このような光学装置が採用されるプロジェクタなどの光学機器の画質を向上させることが可能となる。

【0034】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記色合成光学素子の光入射端面には、前記色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることが好ましい。このような構成によれば、保持部材～光透過性板～台座からなるより効率的な熱伝導経路を構成することができる。よって、色合成光学素子が比較的熱伝導率の低い材料で構成されている場合であっても、高い放熱性能を維持することが可能となる。このような光透過性板としては、熱伝導率が一般的なガラスよりも高いサファイア、水晶、石英等が挙げられる。さらに、このとき、前記光透過性板と前記台座とを、熱伝導性接着剤で結合したり、熱伝導性シートや、熱伝導材から成るスペーサ部材等を介して結合したりしてもよい。このように、光透過性板と台座とを熱伝導性の良好な熱伝導性接着剤等を介して結合することで、上記熱伝導経路における放熱特性を向上させることができる。

【0035】本発明の第2の形態に係る光学装置において、前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることが好ましい。先に述べたように、光変調装置で発生した熱は、保持部材を介して台座へと放出される。そこで、台座に強制冷却を行う放熱装置を接続すれば、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0036】本発明の第3の形態に係る光学装置は、複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、前記保持枠の側縁を覆うように形成された起立片と、前記保持枠の前記色合成光学素子側の面を支持する支持片とを有し、前記色合成光学素子の光入射端面に対して直接固定される保持部材と、前記保持枠と前記保持部材の前記起立片との間に配置されるスペーサと、前記色合成光学素子の光入射端面と交差する一対の端面のうち、少



(10)

17

なくとも一方に固定される台座と、を備え、前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成され、前記保持枠は、前記スペーサを介して前記保持部材に固定されていることを特徴とするものである。

【0037】これによれば、保持部材および台座を、良好な熱伝導率を有する熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成しているため、光変調装置で発生した熱を、保持部材～台座の順に逃がすことによって放熱させることができ、光変調装置の冷却性能を大きく向上させることが可能となる。さらに、光学装置の冷却にファンを用いる場合には、当該ファンを小型化することが可能となる。なお、「～に対して直接固定」とは、各部材間に、スペーサやピンなど位置調整用の部材を介することなくこれらの部材が互いに固定されていることを意味する。よって、これらの部材の間に、放熱性向上のためのサファイア基板や金属板が介在するような場合も、本発明の第3の形態に含まれる。

【0038】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は、 $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であることが好ましい。このような構成によれば、上記熱伝導経路を辿って光変調装置で発生した熱を迅速に放熱することができる。また、保持部材および前記台座の材料は、 $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上の条件を満たす範囲で自由に設定することでき、要求に応じた材質にすることが可能となる。従って、光学装置を設計するにあたり、要求性能等に応じて材料の最適化を図ることができる。

【0039】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記保持部材は、前記色合成光学素子との接合面に凸部を有しており、前記色合成光学素子と該凸部とによって、前記色合成光学素子と前記保持部材との間に部分的な隙間が形成されることことが好ましい。このような構成によれば、当該隙間が、光変調装置やその周辺部に配置された偏光板等の光学素子を冷却するための風路を形成するので、光変調装置やその周辺部に配置された光学素子の熱による劣化を防ぐことが可能となり、画質の向上に寄与する。

【0040】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記色合成光学素子と前記台座、前記色合成光学素子と前記保持部材、前記保持部材と前記保持枠は、それぞれ、熱伝導性接着剤で固着されていることが好ましい。このような構成によれば、各部材間に介在する接着剤が、部品間の熱伝達を補助するようになるため、放熱性能をより向上させることができる。

【0041】また、保持部材と保持枠とが熱伝導性接着剤で固着されている場合において、前記保持枠の外周と前記起立片との間の隙間が熱伝導性接着剤で充填されていることが好ましい。このような構成によれば、保持枠と保持部材との接合面積が広がるため、光変調装置で発生した熱を、迅速に保持部材に放熱することができ、光

18

変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0042】また、以上の場合において、前記熱伝導性接着剤は、金属材料を含んで構成されていることが好ましい。このような接着剤を用いれば、接着剤中の金属材料が部材間に挟まれて、これらの部材を熱的に接続するようになるため、部材間の熱伝達がさらに促進される。

【0043】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記保持枠は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成されていることが好ましい。このような構成によれば、光変調装置と保持部材との間に介在する保持枠の熱伝導性を高めることが可能となるため、放熱性能をさらに向上させることが可能となる。

【0044】またこのとき、前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることが好ましい。保持枠をこのような構成とすれば、光変調装置と保持枠との接触面積は増加する。したがって、光変調装置で発生した熱を効率的に保持枠に放熱することができる。光変調装置の冷却効率を向上させることができる。

【0045】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記光変調装置は、一対の基板と、前記一対の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことが好ましい。このように、光変調装置に熱伝導率がより高い光透過性防塵板を設ければ、光変調装置の基板自体へのゴミの付着を防ぐことができ、また、光変調装置の表面からも放熱を行うことが可能となるため、光変調装置の冷却性能をさらに向上させることが可能となる。よって、光変調装置の基板自体にゴミが付着することによる画質の低下、並びに、熱によって光変調装置の性能が劣化することによる画質の低下を図ることができ、このような光学装置が採用されるプロジェクタなどの光学機器の画質を向上させることが可能となる。

【0046】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記色合成光学素子の光入射端面には、前記色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることが好ましい。このような構成によれば、保持部材～光透過性板～台座からなるより効率的な熱伝導経路を構成することができる。よって、色合成光学素子が比較的熱伝導率の低い材料で構成されている場合であっても、高い放熱性能を維持することが可能となる。このような光透過性板としては、熱伝導率が一般的なガラスよりも高いサファイア、水晶、石英等が挙げられる。さらに、このとき、前記光透過性板と前記台座とを、熱伝導性接着剤で結合したり、熱伝導性シートや、熱伝導材から成るスペーサ部材等を介して結合したりしてもよい。このように、光透過性板と台座とを熱伝導性の良好な熱伝導性接着剤等を介して結合す



(11)

19

ることで、上記熱伝導経路における放熱特性を向上させることができる。

【0047】本発明の第3の形態に係る光学装置において、前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることが好ましい。先に述べたように、光変調装置で発生した熱は、保持部材を介して台座へと放出される。そこで、台座に強制冷却を行う放熱装置を接続すれば、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0048】本発明の第4の形態に係る光学装置は、複数の色光を色光毎に画像情報に応じて変調する複数の光変調装置と、前記光変調装置で変調された各色光を合成する色合成光学素子とが一体的に設けられた光学装置であって、前記光変調装置を保持し、該光変調装置の画像形成領域に対応する部分に開口を有してなる保持枠と、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、少なくとも一方に固定される台座と、前記保持枠の側縁を覆うように形成された起立片と、前記保持枠の前記色合成光学素子側の面を支持する支持片とを有し、前記台座に対して直接固定される保持部材と、前記保持枠と前記保持部材の前記起立片との間に配置されるスペーサと、を備え、前記台座と前記保持部材とは、熱伝導性金属又は熱伝導性樹脂で構成され、前記保持枠は、前記スペーサを介して前記保持部材に固定されていることを特徴とする。このような本発明によれば、前記保持部材および前記台座を、良好な熱伝導性を有する熱伝導性金属または熱伝導性樹脂によって構成しているため、光変調装置で発生した熱を、保持部材へ台座の順に逃がすことによって放熱させることができる。よって、光変調装置の温度上昇による動作不良を防止することができるとともに、光変調装置の冷却性能を大きく向上させることが可能となる。また、光変調装置の冷却性能が改善されたことにより、光源からの光束を増やすことができ、スクリーン上に投写される画像の明るさを増加させることができる。さらに、光学装置の冷却にファンを用いる場合には、当該ファンを小型化することができる。なお、「台座側面に対して固定」とは、台座側面に、スペーサやピンなど位置調整用の部材を介することなく保持部材が固定されていることを意味する。従って、台座側面と保持部材との間に放熱性向上のためのサファイア基板や金属板などが介在するような場合も、本発明の第1の形態に含まれる。

【0049】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記熱伝導性金属または熱伝導性樹脂の熱伝導率は  $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  以上であることが好ましい。このような構成によれば、上記熱伝導経路を辿って光変調装置で発生した熱を迅速に放熱することができる。また、保持部材および前記台座の材料の材料は、 $3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  以上の条件を満たす範囲で自由に設定することができ、要求に応じた材質にすることが可能となる。従って、光

20

学装置を設計するにあたり、要求される性能等に応じて材料の最適化を図ることができる。

【0050】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記台座は、前記保持部材が接合固定される端面の一部に凹部が形成されていることが好ましい。このような構成によれば、光学装置の冷却にファンを用いた場合に、この凹部を冷却風の流路とすることが可能となる。よって、光学装置を効率良く冷却することが可能となる。

【0051】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記保持枠と、前記保持部材と、前記台座とは、熱伝導性を有する接着剤によって固定されていることが好ましい。このような構成によれば、各部材間に介在する接着剤が、部材間の熱伝達を補助するようになるため、放熱性能をより向上させることができる。

【0052】また、この場合において、前記起立片と前記保持枠との間の隙間が前記熱伝導性接着剤で充填されていることが好ましい。このような構成によれば、保持枠と保持部材との接合面積が広がるため、光変調装置で発生した熱を、迅速に保持部材に放熱することができ、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0053】ここで、この接着剤は、金属材料を含んで構成されていることが好ましい。このような接着剤を用いれば、接着剤中の金属材料が部材間に挟まれて、これらの部材を熱的に接続するようになるため、部材間の熱伝達がさらに促進される。

【0054】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記台座は、前記色合成光学素子の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、一方にのみ固定され、他方の前記端面の近傍には、対向する前記保持部材同士を連結する連結部材が設けられており、前記連結部材は、熱伝導性金属または熱伝導性樹脂で構成されていることが好ましい。このような構成とすれば、保持部材へ台座の熱伝達による放熱だけでなく、保持部材へ連結部材による放熱も可能となる。よって、光変調装置の冷却性能をより向上させることが可能となる。

【0055】また、このとき、前記台座、前記保持部材、前記連結部材のうち、少なくとも2つが、一体形成されていることが好ましい。このような構成とすれば、保持部材へ台座、保持部材へ連結部材への放熱がよりスムーズとなり、光変調装置の冷却性能をさらに向上させることが可能となる。

【0056】またこのとき、前記保持枠は、前記光変調装置を収納する凹形枠体と、収納された光変調装置を押圧固定する支持板とを備えて構成されていることが好ましい。保持枠をこのような構成とすれば、光変調装置と保持枠との接触面積は増加する。したがって、光変調装置で発生した熱を効率的に保持枠に放熱することができ、光変調装置の冷却効率を向上させることができる。

(12)

21

【0057】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記光変調装置は、一対の基板と、前記一対の基板の少なくとも一方に固着された光透過性防塵板と、を備えており、前記光透過性防塵板の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高いことが好ましい。このように、光変調装置に熱伝導率がより高い光透過性防塵板を設ければ、光変調装置の基板自体へのゴミの付着を防ぐことができ、また、光変調装置の表面からも放熱を行うことが可能となるため、光変調装置の冷却性能をさらに向上させることが可能となる。よって、光変調装置の基板自体にゴミが付着することによる画質の低下、並びに、熱によって光変調装置の性能が劣化することによる画質の低下を図ることができ、このような光学装置が採用されるプロジェクタなどの光学機器の画質を向上させることが可能となる。

【0058】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記色合成光学素子の光入射端面には、前記色合成光学素子を形成する物質より熱伝導率の高い光透過性板が設けられており、前記光透過性板と前記台座とは、熱伝導可能に結合されていることが好ましい。このような構成によれば、保持部材～光透過性板～台座からなるより効率的な熱伝導経路を構成することができる。よって、色合成光学素子が比較的熱伝導率の低い材料で構成されている場合であっても、高い放熱性能を維持することが可能となる。このような光透過性板としては、熱伝導率が一般的なガラスよりも高いサファイア、水晶、石英等が挙げられる。さらに、このとき、前記光透過性板と前記台座とを、熱伝導性接着剤で結合したり、熱伝導性シートや、熱伝導材から成るスペーサ部材等を介して結合したりしてもよい。このように、光透過性板と台座とを熱伝導性の良好な熱伝導性接着剤等を介して結合することで、上記熱伝導経路における放熱特性を向上させることができる。

【0059】本発明の第4の形態に係る光学装置において、前記台座は、強制冷却を行う放熱装置に接続されていることが好ましい。先に述べたように、光変調装置で発生した熱は、保持部材を介して台座へと放出される。そこで、台座に強制冷却を行う放熱装置を接続すれば、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0060】以上に述べた本発明の第1～第4の形態に係る光学装置は、当該光学装置によって形成された画像を投写する投写レンズを備えたプロジェクタに採用することが可能である。本発明の光学装置をこのようなプロジェクタに採用すれば、光変調装置の冷却性能が改善されているため、光変調装置の温度上昇による動作不良を防止することができ、よって、高い画像品質を維持することが可能となる。また、光源からの光束を増やすことができるため、スクリーン等の投写面上に投写される画像の明るさを増加させることが可能となる。さらに、光

22

学装置の冷却にファンを用いる場合は、ファンを小型化することができるため、プロジェクタの小型化をも図ることが可能となる。

【0061】さらに、このプロジェクタが、光学系を構成する複数の光学素子を収納する光学部品用筐体を備える場合は、前記光学部品用筐体を熱伝導性部材によって構成し、前記台座を、該光学部品用筐体に固定することが好ましい。さらに、前記光学装置と前記光学部品用筐体を外装ケースに収納する場合には、前記外装ケースを熱伝導性部材によって構成し、前記光学部品用筐体を前記外装ケースに熱伝導可能な状態で結合することが好ましい。このような構成とすれば、保持部材を介して台座に伝達した熱を、光学部品用筐体、場合によっては外装ケースまで順に熱伝導によって放熱させることができ、光変調装置の冷却性能を大きく向上させることが可能となる。従って、装置内部の光変調装置の冷却性能が大きく改善され、プロジェクタの小型化、高輝度化、並びに高信頼性化が達成される。

#### 【0062】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

(1. プロジェクタの主な構成) 図1は、第1実施形態に係るプロジェクタ1を上方から見た全体斜視図、図2は、プロジェクタ1を下方から見た全体斜視図、図3ないし図5は、プロジェクタ1の内部を示す斜視図である。具体的に図3は、図1の状態からプロジェクタ1のアップパーケース21を外した図、図4は、図3の状態からシールド板80、ドライバード90、および上部筐体472を外して後方側から見た図、図5は、図4の状態から光学ユニット4を外した図である。プロジェクタを構成するこれらの部品4、21、80、90、472については、以下に詳説する。

【0063】図1ないし図5において、プロジェクタ1は、外装ケース2と、外装ケース2内に収容された電源ユニット3と、同じく外装ケース2内に配置された平面U字形の光学ユニット4とを備え、全体略直方体形状となっている。

【0064】外装ケース2は、それぞれ熱伝導性部材からなるアップパーケース21、ローパーケース23で構成されている。これらのケース21、23は、互いにネジで固定されている。ここで、外装ケース2を構成する熱伝導性部材の例としては、軽量で熱伝導性が良好な、Al、Mg、Tiやこれらの合金、炭素鋼、黄銅、ステンレス等の金属、又は、カーボンファイバー、カーボンナノチューブ等のカーボンフィラーを混入させた樹脂（ポリカーボネート、ポリフェニレンサルファイド、液晶樹脂等）が挙げられる。また、外装ケースの全部を同じ材料で構成する必要はなく、一部を樹脂製とし、他の部分を金属製とすることも可能である。例えば、アップパーケース21を樹脂製とし、ローパーケースを金属製としても

(13)

23

良い。

【0065】アッパーケース21は、上面部211と、その周囲に設けられた側面部212と、背面部213と、正面部214で形成されている。上面部211の前方側には、ランプカバー24が嵌め込み式で着脱自在に取り付けられている。また、上面部211において、ランプカバー24の側方には、投写レンズ46の上面部分が露出した切欠部211Aが設けられ、投写レンズ46のズーム操作、フォーカス操作を、レバーを介して手動で行えるようになっている。この切欠部211Aの後方側には、操作パネル25が設けられている。正面部214は、前記アッパーケース21の切欠部211Aと連続した丸孔開口212Aを備え、この丸孔開口212Aに対応して投写レンズ46が配置されている。この正面部214において、丸孔開口212Aとは反対側には、ローケース23側に形成された排気口212Bが位置している。この排気口212Bは、内部の電源ユニット3の前方側に位置している。冷却空気を画像投写領域から外れる方向、すなわち図1中左側へ排気するとともに、遮光機能を兼ねた排気用ルーバ26が設けられている（排気用ルーバ26は実際には、ローケース23に取り付けられている）。

【0066】ローケース23は、底面部231と、その周囲に設けられた側面部232および背面部233とで形成されている。底面部231の前方側には、プロジェクタ1全体の傾きを調整して投写画像の位置合わせを行う位置調整機構27が設けられている。また、底面部231後方側の一方の隅部には、プロジェクタ1の別方向の傾きを調整する別の位置調整機構28が設けられ、他方の隅部には、リアフット231Aが設けられている。ただし、リアフット231Aは、位置を調整することはできない。さらに、底面部231には、冷却空気の吸気口231Bが設けられている。一方の側面部232には、コ字形のハンドル29を回動自在に取り付けるための取付部232Aが設けられている。

【0067】このような外装ケース2の一方の側面側においては、アッパーケース21およびローケース23の各側面部212、232には、ハンドル29を上側にしてプロジェクタ1を立てた場合の足となるサイドフット2A（図2）が設けられている。また、外装ケース2の背面側には、アッパーケース21の背面部213とローケース23の背面部233に跨って開口したインターフェース部2Bが設けられ、このインターフェース部2B内にはインターフェースカバー215が設けられ、さらに、インターフェースカバー215の内部側には、種々のコネクタが実装された図示略のインターフェース基板が配置されるようになっている。また、インターフェース部2Bの左右両側には、各背面部213、233に跨ってスピーカ孔2Cおよび吸気口2Dが設けられている。このうちの吸気口2Dは、内部の電源ユニット3

24

の後方側に位置している。

【0068】電源ユニット3は、図4に示すように、電源31と、電源31の側方に配置されたランプ駆動回路（バラスト）32とで構成されている。電源31は、電源ケーブルを通して供給された電力をランプ駆動回路32やドライバボード90（図3）等に供給するものであり、前記電源ケーブルが差し込まれるインレットコネクタ33（図2）を備えている。ランプ駆動回路32は、電力を光学ユニット4の光源ランプ411に供給するものである。

【0069】光学ユニット4は、図4、図6、図7に示すように、光源ランプ411から射出された光束を、光学的に処理して画像情報に対応した光学像を形成するユニットであり、インテグレート照明光学系41、色分離光学系42、リレー光学系43、電気光学装置44、色合成光学系としてのクロスダイクロイックプリズム45（図7）、および投写光学系としての投写レンズ46を備えている。

【0070】これら電源ユニット3および光学ユニット4は、上下を含む周囲のアルミ製のシールド板80（図3、図5）で覆われており、これによって、電源ユニット3等から外部への電磁ノイズの漏れを防止している。

【0071】（2. 光学系の詳細な構成）図4、図7において、インテグレート照明光学系41は、電気光学装置44を構成する3枚の液晶パネル441（赤、緑、青の色光毎にそれぞれ液晶パネル441R、441G、441Bと示す）の画像形成領域をほぼ均一に照明するための光学系であり、光源装置413と、第1レンズアレイ418と、UVフィルタを含む第2レンズアレイ414と、偏光変換素子415と、第1コンデンサレンズ416と、反射ミラー424と、第2コンデンサレンズ419とを備えている。

【0072】これらのうち、光源装置413は、放射状の光線を射出する放射光源としての光源ランプ411と、この光源ランプ411から射出された放射光を反射するリフレクタ412とを有する。光源ランプ411としては、ハロゲンランプやメタルハライドランプ、または高圧水銀ランプが用いられることが多い。リフレクタ412としては、放物面鏡を用いている。放物面鏡の他、平行化レンズ（凹レンズ）と共に楕円面鏡を用いてもよい。

【0073】第1レンズアレイ418は、光軸方向から見てほぼ矩形状の輪郭を有する小レンズがマトリクス状に配列された構成を有している。各小レンズは、光源ランプ411から射出される光束を、複数の部分光束に分割している。各小レンズの輪郭形状は、液晶パネル441の画像形成領域の形状とほぼ相似形をなすように設定されている。たとえば、液晶パネル441の画像形成領域のアスペクト比（横と縦の寸法の比率）が4：3であるならば、各小レンズのアスペクト比も4：3に設定す

(14)

25

る。

【0074】第2レンズアレイ414は、第1レンズアレイ418と略同様な構成を有しており、小レンズがマトリクス状に配列された構成を有している。この第2レンズアレイ414は、第1コンデンサレンズ416および第2コンデンサレンズ419とともに、第1レンズアレイ418の各小レンズの像を液晶パネル441上に結像させる機能を有している。

【0075】偏光変換素子415は、第2レンズアレイ414と第1コンデンサレンズ416との間に配置されるとともに、第2レンズアレイ414と一体でユニット化されている。このような偏光変換素子415は、第2レンズアレイ414からの光を1種類の偏光光に変換するものであり、これにより、電気光学装置44での光の利用効率が高められている。

【0076】具体的に、偏光変換素子415によって1種類の偏光光に変換された各部分光は、第1コンデンサレンズ416および第2コンデンサレンズ419によって最終的に電気光学装置44の液晶パネル441R、441G、441B上にほぼ重畳される。偏光光を変調するタイプの液晶パネルを用いたプロジェクタでは、1種類の偏光光しか利用できないため、ランダムな偏光光を発する光源ランプ411からの光のほぼ半分を利用することができない。そこで、偏光変換素子415を用いることにより、光源ランプ411からの射出光をほぼ1種類の偏光光に変換し、電気光学装置44での光の利用効率を高めている。なお、このような偏光変換素子415は、たとえば特開平8-304739号公報に紹介されている。

【0077】色分離光学系42は、2枚のダイクロイックミラー421、422と、反射ミラー423とを備え、ダイクロイックミラー421、422によりインテグレート照明光学系41から射出された複数の部分光束を赤、緑、青の3色の色光に分離する機能を有している。

【0078】リレー光学系43は、入射側レンズ431、リレーレンズ433、および反射ミラー432、434を備え、色分離光学系42で分離された色光、青色光を液晶パネル441Bまで導く機能を有している。

【0079】この際、色分離光学系42のダイクロイックミラー421では、インテグレート照明光学系41から射出された光束の青色光成分と緑色光成分とが透過するとともに、赤色光成分が反射する。ダイクロイックミラー421によって反射した赤色光は、反射ミラー423で反射し、フィールドレンズ417を通過して偏光板442で偏光方向がそろえられた後、赤色用の液晶パネル441Rに達する。このフィールドレンズ417は、第2レンズアレイ414から射出された各部分光束をその中心軸（主光線）に対して平行な光束に変換する。他の液晶パネル441G、441Bの光入射側に設けられた

26

フィールドレンズ417も同様である。

【0080】ダイクロイックミラー421を透過した青色光と緑色光のうちで、緑色光はダイクロイックミラー422によって反射し、フィールドレンズ417を通過して偏光板442で偏光方向がそろえられた後、緑色用の液晶パネル441Gに達する。一方、青色光はダイクロイックミラー422を透過してリレー光学系43を通り、さらにフィールドレンズ417を通過して偏光板442で偏光方向をそろえて青色光用の液晶パネル441Bに達する。なお、青色光にリレー光学系43が用いられているのは、青色光の光路の長さが他の色光の光路長さよりも長い場合、光の拡散等による光の利用効率の低下を防止するためである。すなわち、入射側レンズ431に入射した部分光束をそのまま、フィールドレンズ417に伝えるためである。

【0081】電気光学装置44は、3枚の光変調装置としての液晶パネル441R、441G、441Bを備えている。液晶パネル441R、441G、441Bは、例えば、ポリシリコンTFTをスイッチング素子として用いたものであり、色分離光学系42で分離された各色光は、各液晶パネル441R、441G、441Bとこれらの光束入射側および射出側にある偏光板442によって、画像情報に応じて変調されて光学像を形成する。

【0082】色合成光学素子としてのクロスダイクロイックプリズム45は、3枚の液晶パネル441R、441G、441Bから射出された色光毎に変調された画像を合成してカラー画像を形成するものである。なお、クロスダイクロイックプリズム45には、赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが、4つの直角プリズムの界面に沿って略X字状に形成され、これらの誘電体多層膜によって3つの色光が合成される。そして、クロスダイクロイックプリズム45で合成されたカラー画像は、投写レンズ46から射出され、スクリーン上に拡大投写される。

【0083】以上説明した各光学系41～45は、図4、図6に示すように、光学部品用の筐体としての光学部品用筐体47内に收容されている。ここで、上部筐体472や下部筐体471は、熱伝導性部材によって構成することが好ましい。このような熱伝導性部材の例としては、軽量で熱伝導性が良好な、Al、Mg、Tiやこれらの合金、炭素鋼、黄銅、ステンレス等の金属、又は、カーボンファイバー、カーボンナノチューブ等のカーボンフィラーを混入させた樹脂（ポリカーボネート、ポリフェニレンサルファイド、液晶樹脂等）が挙げられる。この光学部品用筐体47は、前述の各光学部品414～419、421～423、431～434、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側に配置された偏光板442を上方からスライド式に嵌め込む溝部がそれぞれ設けられた下部筐体471と、下部筐体471の上部の開口側を閉塞する蓋状の上部筐体472と

(15)

27

で構成されている。また、光学部品用筐体47の光射出側にはヘッド部49が形成されている。ヘッド部49の前方側に投写レンズ46が固定され、後方側に液晶パネル441R、441G、441Bが取り付けられたクロスダイクロイックプリズム45が固定されている。

【0084】(3. 冷却構造)本実施形態のプロジェクト1は、図2、図4～図6に示したとおり、液晶パネル441R、441G、441Bを主に冷却するパネル冷却系Aと、光源ランプ411を主に冷却するランプ冷却系Bと、電源31を主に冷却する電源冷却系Cとを備えている。

【0085】まず、パネル冷却系Aについて、図2、図4、図5を用いて説明する。パネル冷却系Aでは、投写レンズ46の両側に配置された一対のシロッコファン51、52が用いられている。シロッコファン51、52によって下面の吸気口231Bから吸引された冷却空気は、液晶パネル441R、441G、441Bとその光束入射側および射出側にある偏光板442(図7)とを下方から上方に向けて冷却した後、ドライバード90(図3)の下面を冷却しながら前方隅部の軸流排気ファン53側に寄せられ、前面側の排気口212B(図3)から排気される。

【0086】次に、ランプ冷却系Bについて、図4ないし図6を用いて説明する。ランプ冷却系Bでは、光学ユニット4の下面に設けられたシロッコファン54が用いられている。シロッコファン54によって引き寄せられたプロジェクト1内の冷却空気は、上部筐体472に設けられた図示しない開口部から光学部品用筐体47内に入り込み、第2レンズアレイ414(図7)および偏光変換素子415(図7)間を通してこれらを冷却した後、下部筐体471の排気側開口471Aから出て該シロッコファン54に吸引され、吐き出される。吐き出された冷却空気は、下部筐体471の吸気側開口471Bから再度光学部品用筐体47内に入り、光源装置413(図7)内に入り込んで光源ランプ411(図7)を冷却し、この後、光学部品用筐体47から出て、前記軸流排気ファン53によって排気口212B(図3)から排気される。

【0087】さらに、電源冷却系Cについて、図4を用いて説明する。電源冷却系Cでは、電源31の後方に設けられた軸流吸気ファン55が用いられる。軸流吸気ファン55によって背面側の吸気口2Dから吸引された冷却空気は、電源31およびランプ駆動回路32を冷却した後、他の冷却系統A、Bと同様に、軸流排気ファン53によって排気口212B(図3)から排気される。

【0088】(4. 光学装置の構造)以下には、図8ないし図14を参照し、光学装置の構造に付いて詳説する。まず、図8に示すように、光学装置は、クロスダイクロイックプリズム45と、クロスダイクロイックプリズム45の上下両面(光束入射端面と交差する一対の端

28

面)に固定される台座445と、各液晶パネル441R、441G、441Bと、各液晶パネル441R、441G、441Bを収容する保持枠443と、保持枠443と台座445側面との間に介装される保持部材446とを備えて構成されている。なお、図8では、図を簡素化するために、液晶パネル441、保持枠443、保持部材446を各1つずつのみ示している。これらの要素441、443、446は、実際には、クロスダイクロイックプリズム45の他の2つの光束入射端面にも配置される。また、図9、図15、図16においても同様である。

【0089】ここで、本実施形態では、台座445、保持部材446および保持枠443は、マグネシウム合金で構成されている。ただし、これら各部材の材料は、マグネシウム合金に限られない。例えば、軽量で熱伝導性が良好な、Al、Mg、Tiやこれらの合金、炭素鋼、黄銅、ステンレス等の金属、又は、カーボンファイバー、カーボンナノチューブ等のカーボンファイバーを混入させた樹脂(ポリカーボネート、ポリフェニレンサルファイド、液晶樹脂等)を用いても良い。また、これら各部材の材料としては、熱伝導率が $3\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上の金属(合金を含む)または樹脂を採用することが好ましい。クロスダイクロイックプリズム45の一般的な材料である光学ガラスの熱伝導率が、約 $0.7\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であるため、その4倍程度の熱伝導率を有していれば、放熱性能の向上が十分期待できると考えられるためである。表1(a)に、熱伝導率が $3\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上の材料の一例を示す。また、表1(b)に、比較例として、熱伝導率が $3\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ よりも低い材料の例を示す。

【0090】

【表1】

		熱伝導率 (W/(m・K))
(a)	Mg合金(AZ91D)	72
	Al合金(ADC12)	100
	炭素鋼	42
	黄銅	106
	オーステナイト系ステンレス	16
	CoolPoly(RS007)	3.5
	CoolPoly(RS012)	10
	CoolPoly(RS008)	3.5
(b)	CoolPoly(D2)	15
	ABS樹脂	0.2
	ポリカーボネイト	0.2
	石英ガラス	1.38

【0091】表1(a)において、CoolPolyとは、Cool Polymer社の熱伝導性樹脂の商品名(登録商標)であり、括弧内は製品番号である。なお、表1(a)に挙げた材料は、台座445、保持部材446および保持枠443の材料として採用し得る熱伝導性金属や熱伝導性樹脂の一例である。表1(a)では、黄銅が最も熱伝導率の高い材料として示されている



(16)

29

が、これら各部材を構成する材料の熱伝導率は、それよりも高いものであっても勿論構わない。

【0092】台座445は、クロスダイクロイックプリズム45の上下両面に固定されており、外周形状はクロスダイクロイックプリズム45よりも若干大きく、側面がクロスダイクロイックプリズム45の側面より突出している。また、図9に示されたように、台座445の側面には、対向する上下の辺縁にわたって凹部445Aが形成され、接着固定される保持部材446と台座445との間にドライバー等の工具が差し込めるようになっている。さらに、クロスダイクロイックプリズム45の上面に固定された台座445には、光学装置を下部筐体471に固定するための、取付部445Bが形成されている。

【0093】図13に示すように、液晶パネル441Rは、駆動基板（例えば複数のライン状の電極と、画素を構成する電極と、これらの間に電気的に接続されたTFT素子とが形成された基板）441Aと対向基板（例えば、共通電極が形成された基板）441Eとの間に液晶が封入されたものであり、これらのガラス基板の間から制御用ケーブル441Cが延びている。駆動基板441A及び対向基板441E上には、通常、投写レンズ46のバックフォーカス位置から液晶パネル441のパネル面の位置をずらして光学的にパネル表面に付着したゴミを目立たなくするための光透過性防塵板441Dが固着されている。光透過性防塵板としては、サファイア、水晶、あるいは石英等の熱伝導性のよい材料が用いられる。サファイア、水晶、石英の熱伝導率は、それぞれ、 $42\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、 $9\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、 $1.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ である。本実施形態では、光透過性防塵板441Dを設けているが、このような防塵板は、必須ではない。また、駆動基板441A、対向基板441Eのうち、一方の基板上にのみ、光透過性防塵板441Dを設けるようにしても良い。さらに、光透過性防塵板441Dと基板441A、441Eとの間に、隙間を設けるようにしても良い。以下の実施形態についても同様である。なお、図13以外の図面では、光透過性防塵板441Dは省略されている。

【0094】図13に示すように、保持枠443は、各液晶パネル441R、441G、441Bを収容する収納部444A1を有する凹形枠体444Aと、凹形枠体444Aと係合し収納した各液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定する支持板444Bとからなる。また、保持枠443は、各液晶パネル441R、441G、441Bの対向基板441Eに固着された光透過性防塵板441Dの外周を把持する。そして、保持枠443の収納部444A1に各液晶パネル441R、441G、441Bが収納される。収納された各液晶パネル441R、441G、441Bのパネル面に対応する位置には開口部443Cが設けられており、また、その

30

四隅には孔443Dが形成されている。また、凹形枠体444Aと支持板444Bとの固定は、図9に示すように、支持板444Bの左右両側に設けたフック444Dと、凹形枠体444Aの対応する箇所設けたフック係合部444Cとの係合により行う。

【0095】ここで、各液晶パネル441R、441G、441Bは、保持枠443の開口部443Cで露出し、この部分が画像形成領域となる。すなわち、各液晶パネル441R、441G、441Bのこの部分に各色光R、G、Bが導入され、画像情報に応じて光学像が形成される。さらに、この支持板443Bの光束射出側端面には、遮光膜（図示省略）が設けられており、クロスダイクロイックプリズム45からの反射による光をクロスダイクロイックプリズム45側へさらに反射することを防ぎ、迷光によるコントラストの低下を防ぐようにしている。

【0096】保持部材446は、各液晶パネル441R、441G、441Bを収容する保持枠443を保持固定するものであり、図9に示すように、矩形板状体446Aと、この矩形板状体446Aの四隅から突設されたピン447Aとを備えている。ここで、ピン447Aの位置は、矩形板状体446Aの隅である必要は無い。また、ピン447Aの数は、4つに限らず、2つ以上あれば良い。この保持部材446は、台座445と保持枠443との間に介在している。該保持部材446のピン447Aと反対側の端面が台座445の側面に接着固定される。また、該保持部材446のピン447Aと保持枠443の孔443Dとを介して、保持部材446と保持枠443とが互いに接着固定されている。この矩形板状体446Aには、略中央に矩形状の開口部446Bが形成され、その上下辺縁にわたって凹部446Nが形成されている。この開口部446Bは、各液晶パネル441R、441G、441Bの装着時、各液晶パネル441R、441G、441Bの画像形成領域と対応する。また、矩形板状体446Aの光束射出側端面には、保持枠443と同様に遮光膜（図示省略）が設けられている。

【0097】また、この開口部446Bを囲うように係合溝446Cが形成され、この係合溝446Cに係合するように、サファイア基板上に偏光フィルムが透明接着剤を用いて貼り付けられた偏光板442が、両面テープまたは接着によって固定される。ピン447Aは、その矩形板状体446Aからの立ち上がり部の径が保持枠443に形成された孔443Dよりも大きく形成されており、各液晶パネル441R、441G、441Bの装着時、各液晶パネル441R、441G、441Bと保持部材446との間に隙間が確保されるようになっている。このような構造が無い場合、すなわち、ピン447Aの径が基端から先端にかけて略同一に形成されている場合には、保持枠443を保持部材446に装着した際



(17)

31

に、隙間が確保出来なくなり、保持枠443と保持部材446とを固定する接着剤が、保持枠443端面に表面張力で広がり、液晶パネル441の表示面に付着してしまう。

【0098】(5. 光学装置の製造方法) 以下には、図9を参照し、光学装置の製造方法について詳説する。先ず、

(a) まず、クロスダイクロイックプリズム45の上下面に台座445を、接着剤を用いて固定する(台座固定工程)。

(b) さらに、保持部材446の係合溝446Cに係合するように、偏光板442を両面テープまたは接着によって固定する(偏光板固定工程)。

(c) 保持枠443の凹形枠体444Aの収納部444A1に各液晶パネル441R、441G、441Bを収納する。その後、保持枠443の支持板444Bを凹形枠体444Aの液晶パネル挿入側から取り付けて、各液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定して保持する。なお、凹形枠体444Aへの支持板444Bの取り付けは、支持板444Bのフック444Dを凹形枠体444Aのフック係合部444Cに係合することで行うことができる(光変調装置保持工程)。

【0099】(d) 各液晶パネル441R、441G、441Bを收容した保持枠443の孔443Dに、接着剤を塗布した保持部材446のピン447Aを挿入する(保持枠装着工程)。

(e) 台座445側面(クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面側)に、保持部材446のピン447Aとは反対側の端面を、接着剤を介して密着させる(保持部材装着工程)。この時、保持部材446は、接着剤の表面張力によって、台座側面に密着する。

(f) 接着剤が未硬化な状態で、各液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する(位置調整工程)。

(g) 各液晶パネル441R、441G、441Bの位置調整を行った後に接着剤を硬化させ、固定する(接着剤硬化工程)。以上のような工程手順によって光学装置は製造される。以上の製造工程において、接着剤は、良好な熱伝導性を有する熱硬化接着剤や光硬化接着剤を用いる。このように、良好な熱伝導性を有する接着剤としては、銀パラジウム等の金属を含んだアクリル系、あるいはエポキシ系の接着剤がある。

【0100】(6. 液晶パネルの位置調整方法) 上記

(f) の位置調整工程における液晶パネル441R、441G、441Bの位置調整は、以下のように行う。先ず、投写レンズ46(図7等)と正対する液晶パネル441Gについて、台座445側面と保持部材446との接合面を摺動面としてアライメント調整を行い、保持枠443と保持部材446との接合部、つまりピン447Aを介して保持枠443を摺動させることによって、フ

32

ォーカス調整を行う。ここで、アライメント調整とは、投写レンズ46の光軸方向をZ方向、これに直交する2軸をX、Y軸とした場合、X軸方向と、Y軸方向と、XY平面内の回転方向( $\theta$ 方向)の調整を意味する。フォーカス調整とは、Z軸方向と、X軸を中心とした回転方向( $X\theta$ 方向)と、Y軸を中心とした回転方向( $Y\theta$ 方向)の調整を意味する。アライメント調整は、台座445と保持部材446のうち、一方の位置を固定した状態で、他方をX軸方向、Y軸方向、 $\theta$ 方向に動かすことによって行うことが可能である。また、フォーカス調整は、保持枠443と保持部材446のうち、一方の位置を固定した状態で、他方をZ軸方向、 $X\theta$ 方向、 $Y\theta$ 方向に動かすことによって行うことが可能である。

【0101】所定の位置に液晶パネル441Gを調整した後、ホットエア、紫外線等で、接着剤を硬化させる。次に、位置調整と固定が完了した液晶パネル441Gを基準として、上記と同様に、液晶パネル441R、441Bの位置調整および固定を行う。なお、光学装置の製造並びに液晶パネルの位置調整は、必ずしも上記の順序で行う必要は無い。例えば、接着剤として半田を用いる場合は、上記の製造工程(d)、(e)で、接着剤を介することなく各部材を装着し、(f)の位置調整が終了した後、台座445、保持部材446、保持枠443を半田で固定すれば良い。他の実施形態の光学装置についても同様である。

【0102】(7. 光学装置の取付方法) 上記のような方法で一体化された液晶パネル441R、441G、441Bおよびクロスダイクロイックプリズム45からなる光学装置は、図10、図11、図14に示すように、クロスダイクロイックプリズム45の上面(光束入射面に対して直交する面)に固定された台座445の取付部445Bを介して下部筐体471の取付部473に固定されている。この取付部445Bは、図9に示すように、平面視において、四方に延出した四つの腕部445Cを備えている。また、図11や図14に示すように、各腕部445Cに設けられた丸孔445Dのうち、ほぼ対角線上にある二つの丸孔445Dは、対応した取付部473に設けられた位置決め用の突部474に嵌合され、残る二つの丸孔445Dには、対応した取付部473に螺合されるネジ475が挿通される。また、図9に示すように、取付部445Bの中央の四角形部分には、着脱時に作業者が把持し易いように、適宜な把持部445Eが設けられている。

【0103】一方、下部筐体471の取付部473は、図10、図14に示すように、下部筐体471のほぼ上下方向にわたって連続した円柱状または角柱状の四つのボス部476の上部に設けられている。従って、台座445の取付部445Bが下部筐体471の取付部473に取り付けられた状態では、液晶パネル441R、441G、441Bおよびクロスダイクロイックプリズム4

(18)

33

5は、取付部445Bの下面側に吊り下げられた状態で配置され、下部筐体471の底面から僅かに浮いた状態で光学部品用筐体47内に収容される。

【0104】このような下部筐体471において、投写レンズ46側の二つのボス部476には、投写レンズ46固定用のヘッド部49が一体に設けられている。このボス部476は、重量の大きい投写レンズ46がヘッド部49に固定されても、ヘッド部49が傾かないようにするための補強機能を有している。投写レンズ46側から離間した二つのボス部476には、上下方向に沿った複数の保持片477(図4、図10に一部の保持片477を代表して図示)が設けられ、フィールドレンズ417、ダイクロイックミラー421、422、入射側レンズ431、リレーレンズ433を嵌め込むための溝が、近接し合う一対の保持片477間に形成されるようになっている。つまり、これらの保持片477もボス部476と一体に形成されることにより、ボス部476で補強されている。

【0105】他方、上部筐体472には、図11に示すように、液晶パネル441R、441G、441B(図8)およびクロスダイクロイックプリズム45(図8)に対応した部分に切欠開口472Aが設けられ、下部筐体471の取付部473もこの切欠開口472Aから露出している。すなわち、図8等に示す液晶パネル441R、441G、441Bおよびクロスダイクロイックプリズム45は、予め取付部445Bを備えた台座445に固定されていることにより、下部筐体471に上部筐体472が取り付けられた状態でも、取付部473に対して台座445の取付部445Bごと脱着することが可能である。

【0106】また特に、ヘッド部49と一体のボス部476に設けられた取付部473は、図12に示す投写レンズ46の中心軸X-Xよりも上方に位置している。このため、図14に示すように、ヘッド部49からクロスダイクロイックプリズム45側に突出した投写レンズ46の端部46Aの外周に対し、平面視では取付部445Bの二本の腕部445Cが重なるが、互いの実質的な干渉が生じないようにしている。

【0107】(8. 光学装置の冷却構造) 以下には、上記取付方法によって光学部品用筐体47に固定された光学装置の冷却構造について詳説する。図6、図10～図13に示すように、下部筐体471の底面には、液晶パネル441R、441G、441Bに対応した三箇所に吸気側開口471Cが設けられ、これらの吸気側開口471Cから光学部品用筐体47内に流入するパネル冷却系A(図2、図5)での冷却空気は液晶パネル441R、441G、441Bおよびこの光入射側、射出側に配置された偏光板442が冷却される。このとき、台座445の端面の一部に形成された凹部445Aが冷却風の流路となるため、保持部材446や台座445に伝わ

34

った熱を効率良く冷却することが可能である。

【0108】この際、下部筐体471の下面には、平面略三角形の板状の整流板478が設けられ、整流板478に設けられた一対の立上片478A(合計6枚)が吸気側開口471Cから上方側に突出するようになっている。なお、図11では、立上片478Aを二点鎖線で示してある。これらの立上片478Aにより、液晶パネル441R、441G、441Bおよび偏光板442を冷却するための冷却空気の流れが下方から上方へ整えられる。

【0109】さらに、図11ないし図13において、吸気側開口471Cの周縁のうち、クロスダイクロイックプリズム45側であって、かつその光束入射面に平行な一周縁には、下部筐体471の底面から立ち上がった立上部471Dが位置しており、かつ、その上端部はクロスダイクロイックプリズム45の下面に固定された台座445の下端部と近接しており、下方から上方への冷却空気を、下部筐体471の底面およびクロスダイクロイックプリズム45間の隙間から漏れにくくし、液晶パネル441R、441G、441Bとクロスダイクロイックプリズム45の間の隙間に流入するようになっている。

【0110】(9. 第1実施形態の効果) このような本実施形態によれば、以下のような効果がある。

(1) 台座445、保持部材446、保持枠443は、熱伝導率の高いマグネシウム合金によって構成されているので、光源ランプ411から照射された光等によって各液晶パネル441R、441G、441Bや偏光板442で発生する熱を、保持枠443～保持部材446～台座445の順に逃がすことによって、迅速に放熱することができる。よって、各液晶パネル441R、441G、441Bおよび偏光板442から効率良く熱を放出することが可能となり、液晶の温度上昇による動作不良および偏光板442の劣化を防止することができる。また、各液晶パネル441R、441G、441Bの冷却性能を大きく向上させることも可能となる。さらに、これに伴い、光源ランプ411の光量を増やすことが可能となるため、スクリーン上に投写される画像の明るさを増加させることができる。さらにまた、光学装置の冷却に用いるシロッコファン51、52を小型化することができる。

【0111】(2) 台座445、保持部材446、保持枠443が同じ材料で構成されているので、各部材の熱による寸法変化(膨張、収縮)量が同じとなるため、機能信頼性が飛躍的に向上する。

(3) 保持部材446に設けられたピン447Aと保持枠443に設けられた孔443Dとが、熱伝導性を有する接着剤によって固定されているので、液晶パネル441R、441G、441Bや偏光板442で発生する熱を効率良く逃がすことが可能となる。このような構造は、

(19)

35

放熱性能の向上に寄与している。

(4) 保持部材 446 には、係合溝 446C が形成され、この係合溝 446C に係合するように、サファイア基板上に偏光フィルムが透明接着剤を用いて貼りつけられた偏光板 442 が固定されている。従って、偏光フィルムで発生する熱を熱伝導率の高いサファイア基板へ逃がし、さらに、サファイア基板に伝わった熱を保持部材 446 に逃がすことができる。したがって、偏光板 442 の温度上昇や面内における温度分布の差を緩和して、熱による劣化を防止することが可能となる。なお、この係合溝 446C に、位相差板、光学補償板等、偏光板 442 以外の光学要素を係合させることも可能である。

【0112】(5) 保持枠 443 と、保持部材 446 と、台座 445 とは、熱伝導性を有する接着剤によって固定されている。この接着剤は、保持枠 443 ~ 保持部材 446 ~ 台座 445 への熱伝達を補助する。このような構造は、放熱性能の向上に寄与している。

(6) 下部筐体 471 の底面に設けられた吸気側開口 471C の一周縁には、下部筐体 471 の底面から立ち上がった立上部 471D が位置しており、かつ、その上端部はクロスダイクロイックプリズム 45 の下面に固定された台座 445 の下端面と近接しているため、パネル冷却系 A の冷却空気は、液晶パネル 441R、441G、441B とクロスダイクロイックプリズム 45 間の隙間に確実に流入する。よって、液晶パネル 441R、441G、441B やその周辺部を効率よく冷却できる。

【0113】(7) また、整流板 478 の立上片 478A が吸気側開口 471C から上方に突出しているため、冷却空気を下方から上方の液晶パネル 441R、441G、441B および偏光板 442 側に確実に案内でき、冷却空気が光学部品用筐体 47 内に漏れるのを抑えて液晶パネル 441R、441G、441B やその周辺部をより効率的に冷却できる。

(8) さらに、台座 445 の端面の一部に凹部 445A が形成されているため、保持部材 446 と台座 445 側面との間に隙間ができる。また、保持部材 446 の矩形板状体 446A にも凹部 446N が形成されているため、保持枠 443 と保持部材 446 との間に隙間ができる。従って、下部筐体 471 の底面から立ち上がった立上部 471D と整流板 478 の立上片 478A によって下方から上方に案内された冷却空気をこれら隙間に流入させることができ、液晶パネル 441R、441G、441B および偏光板 442 をより効率的に冷却できる。

(9) 保持枠 443 は、凹形枠体 444A と支持板 444B から構成されているため、液晶パネル 441R、441G、441B や偏光板 442 と、保持枠 443 との接触面積が大きい。このような構造によって、液晶パネル 441R、441G、441B で発生した熱を、効率良く保持枠 443 に放出することができるので、高い放熱性能を得ることが可能である。

36

【0114】〔第 2 実施形態〕次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。以下の説明では、前記第 1 実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第 1 実施形態における光学装置では、保持部材 446 は、矩形板状体 446A と、この矩形板状体 446A の四隅から突設されたピン 447A とを備えていた。これに対して、第 2 実施形態における光学装置では、図 15 に示されるように、保持部材 446 が正面略 L 字状の起立片 447B を備えている点が異なる。それ以外の構成並びに製造方法は、第 1 実施形態と同様である。また、各構成要素の材料については、第 1 実施形態で説明したようなものを用いることが可能である。具体的に、この起立片 447B は、矩形板状体 446A の四隅に位置し、この矩形板状体 446A の端縁に沿って延びるように突設され、各液晶パネル 441R、441G、441B を収容する保持枠 443 の外周を保持するように構成されている。そして、起立片 447B と保持枠 443 の端面とが、熱伝導性を有する接着剤によって接着される。ここで、起立片 447B の位置は、矩形板状体 446A の隅である必要は無い。また、起立片 447B の数は、4 つに限らず、2 つ以上あれば良い。

【0115】このような第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態の説明で述べた前記(1)~(2)、(4)~(9)と同様の効果を得ることが可能である。また、起立片 447B が矩形板状体 446A の角隅部分に位置しており、該矩形板状体 446A の端縁に沿って延びるように突設されており、この起立片 447B と保持枠 443 とが熱伝導性を有する接着剤によって固定されているため、液晶パネル 441R、441G、441B や偏光板 442 で発生する熱を、効率良く逃がすことが可能となる。このような構造は、放熱性能の向上に寄与している。また、起立片 447B が矩形板状体 446A の四隅に突設されているので、熱によって液晶パネル 441R、441G、441B や偏光板 442 に与えられる外力の影響を緩和することができ、よって、液晶パネル 441R、441G、441B や偏光板 442 の安定した保持が可能となる。

【0116】〔第 3 実施形態〕次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。以下の説明では、前記第 1 実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第 1 実施形態における光学装置では、保持部材 446 は、矩形板状体 446A と、この矩形板状体 446A の四隅から突設されたピン 447A とを備えていた。これに対して、第 3 実施形態における光学装置では、図 16 に示されるように、保持部材 446 が、正面略 L 字状の起立片 447C を備えている点が異なる。それ以外の構成並びに製造方法は、第 1 実施形態と同様である。また、各構成要素の材料については、第 1 実施形態で説明したようなものを

(20)

37

用いることが可能である。具体的に、この起立片447Cは、矩形板状体446Aの角隅部分に位置し、この矩形板状体446Aの端縁に沿って延びるように突設され、各液晶パネル4441R、4441G、4441Bを収容する保持枠443の外周を保持するように構成されている。また、この起立片447Cの平行な一対の辺は、矩形板状体446Aの一対の辺と同じ長さを有しており、起立片447Cの平行な一対の辺は、矩形板状体446Aの一対の辺と同じ長さを有している。そして起立片447Cと保持枠443の端面とが、熱伝導性を有する接着剤によって接着される。

【0117】このような第3実施形態によれば、第1実施形態の説明で述べた前記(1)～(2)、(4)～(9)と同様の効果を得ることが可能である。また、起立片447Bが矩形板状体446Aの角隅部分に位置しており、該矩形板状体446Aの端縁に沿って延びるように突設されており、この起立片447Bと保持枠443とが熱伝導性を有する接着剤によって固定されているため、液晶パネル4441R、4441G、4441Bや偏光板442で発生する熱を、効率良く逃がすことが可能となる。このような構造は、放熱性能の向上に寄与している。また、起立片447Bが矩形板状体446Aの互いに平行な一対の辺に沿って設けられ、前記矩形板状体の前記辺と略同じ長さを有しているため、保持枠443と保持部材446との接触部分をより大きくすることができ、よって、放熱性能をさらに向上することが可能となる。

【0118】〔第4実施形態〕次に本発明の第4実施形態を説明する。以下の説明では、前記第1実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。第1実施形態では、クロスダイクロイックプリズム45の上下両面（光束入射端面と交差する一対の端面の双方）に台座445が固定され、保持部材446は台座445側面に接着固定されていた。さらに、偏光板442は、保持部材446の係合溝446Cに両面テープまたは接着剤により固定されていた。これに対して第4実施形態では、保持部材446がクロスダイクロイックプリズム45の光束入射側端面に対して接着固定され、台座445がクロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面と交差する一対の端面のうち、一方にのみ設けられている。さらに、偏光板442は、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に両面テープまたは接着剤で固定されている。

【0119】具体的に、保持部材446は、図17に示すように、矩形板状体446Aと、この矩形板状体446Aの四隅から突設されたピン447Aとを備えている。この矩形板状体446Aには、各液晶パネル4441R、4441G、4441Bの画像形成領域に対応して、矩形状の開口部446Bが形成され、矩形板状体446Aの上下の辺縁および開口部446Bの上下の辺縁には、

38

熱間挙動差を吸収する切り欠き部446Lが形成されている。さらに、左右辺縁には、富士写真フィルムが販売する「Fuji WV Film ワイドビューA」

（商品名）等の光学補償板（図示省略）を取り付けることができるように支持面446Mが形成されている。このような光学補償板の設置により、液晶パネル4441R、4441G、4441Bで生じた複屈折を補償し、リターデーションを最小とすることで、広視野角化を可能とし、高いコントラスト比を得ることができる。また、偏光板442は、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面略中央部に固着される。以上説明した以外の構成は、第1実施形態と同様である。また、各構成要素の材料については、第1実施形態で説明したようなものを用いることが可能である。

【0120】次に、図17を参照し、本実施形態に係る光学装置の製造方法について詳説する。まず、

(a)まず、クロスダイクロイックプリズム45の上面に台座445を、接着剤を用いて固定する（台座固定工程）。

(b-1)また、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面略中央部に偏光板442を両面テープまたは接着剤を用いて固定する（偏光板固定工程）。

(b-2)さらに、保持部材446の支持面446Mに係合するように、光学補償板を両面テープまたは接着剤を用いて保持固定する。

(c)保持枠443の凹形枠体444Aの収納部444A1に各液晶パネル4441R、4441G、4441Bを収容する。その後、保持枠443の支持板444Bを凹形枠体444Aの液晶パネル挿入側から取り付けて、各液晶パネル4441R、4441G、4441Bを押圧固定して保持する。なお、凹形枠体444Aへの支持板444Bの取り付けは、支持板444Bのフック444Dを凹形枠体444Aのフック係合部444Cに係合することで行うことができる（光変調装置保持工程）。

【0121】(d)各液晶パネル4441R、4441G、4441Bを収容した保持枠443の孔443Dに保持部材446のピン447Aを接着剤とともに挿入する（保持枠装着工程）。

(e)クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に、保持部材446のピン447Aとは反対側の端面に紫外線硬化性接着剤を塗布し、上記クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に密着させる（保持部材装着工程）。この時、保持部材446は、接着剤の表面張力によって、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に密着する。

(f)接着剤が未硬化な状態で、各液晶パネル4441R、4441G、4441Bの位置を調整する（位置調整工程）。

(g)各液晶パネル4441R、4441G、4441Bの位置調整を行った後に接着剤を硬化する（接着剤硬化工

(21)

39

程)。

【0122】上記(f)の位置調整工程における各液晶パネル441R、441G、441Bの位置調整は、以下のように行う。まず、投写レンズ46と正対する液晶パネル441Gについて、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面と保持部材446との接合面を摺動面としてアライメント調整(X軸方向、Y軸方向、 $\theta$ 方向の調整)を行い、保持枠443と保持部材446との接合面、つまりピン447Aを介して摺動させることによって、フォーカス調整(X軸方向、X $\theta$ 方向、Y $\theta$ 方向の調整)を行う。すなわち、アライメント調整は、クロスダイクロイックプリズム45と保持部材446のうち、一方の位置を固定した状態で、他方をX軸方向、Y軸方向、 $\theta$ 方向に動かすことによって、行うことが可能である。また、フォーカス調整は、保持枠443と保持部材446のうち、一方の位置を固定した状態で、他方をZ軸方向、X $\theta$ 方向、Y $\theta$ 方向に動かすことによって行うことが可能である。所定の位置に液晶パネル441Gを調整した後、ホットエア、ホットビーム、紫外線等で、接着剤を硬化させる。次に、上記位置調整の後に硬化固定された液晶パネル441Gを基準として、上記と同様に、液晶パネル441R、441Bの位置調整および固定を行う。

【0123】このような第4実施形態によれば、以下のような効果がある。

(10) 台座445、保持部材446、保持枠443を、熱伝導率の高いマグネシウム合金によって構成しているため、光源ランプ411から照射された光等によって各液晶パネル441R、441G、441B、光学補償板、偏光板442で発生する熱を、保持枠443～保持部材446～プリズム45～台座445の順に放熱することができる。よって、各液晶パネル441R、441G、441B、光学補償板、偏光板442から効率良く熱を放出することが可能となり、液晶の温度上昇による動作不良および光学補償板の劣化を防止することができる。また、各液晶パネル441R、441G、441Bの冷却性能を大きく向上させることも可能となる。さらに、これに伴い、光源ランプ411の光量をふやすことが可能となるため、スクリーン上に投写される画像の明るさを増加させることができる。さらにまた、光学装置の冷却に用いるシロッコファン51、52を小型化することができる。

(11) 台座445、保持部材446、保持枠443が同じ材料で構成されているため、各部材の熱による寸法変化(膨張、収縮)量が同じとなるため、機能信頼性が飛躍的に向上する。

【0124】(12) 保持部材446に設けられたピン447Aと保持枠443に設けられた孔443Dとが、熱伝導性を有する接着剤によって固定されているので、液晶パネル441R、441G、441Bで発生する熱

40

を効率良く逃すことが可能となる。このような構造は、放熱性能の向上に寄与している。

(13) 保持枠443、保持部材446、プリズム45、台座445は、熱伝導性を有する接着剤によって固定されている。この接着剤は、保持枠443～保持部材446～プリズム45～台座445への熱伝達を補助する。このような構造は、放熱性能の向上に寄与している。

(14) 保持部材446左右辺縁に設けられた支持面446Mは、矩形板状体446Aのプリズム45に接着される部分よりも、プリズム45から離れる方向、つまり、面外方向に突出するように形成されている。従って、プリズム45と支持面446Mに固定される光学素子との間、及び、当該光学素子と保持枠443との間に、隙間ができる。従って、下部筐体471の底面から立ちあがった立上部471Dと整流板478の立上片478Aによって下方から上方に案内された冷却空気をこれら隙間に流入させることができ、液晶パネル441R、441G、441Bおよび光学素子をより効率的に冷却できる。また、本実施形態では、第1の実施形態の説明で述べた前記(6)、(7)、(9)と同様の効果をも得ることが可能である。

【0125】なお、クロスダイクロイックプリズム45を構成する4つの直角プリズムは、光学ガラスによって形成するのが一般的であるが、これら直角プリズムを、サファイアや水晶など熱伝導率が光学ガラスより高い材料で構成したり、クロスダイクロイックプリズム45を、箱状の容器内にクロスミラーを収納して熱伝導率が光学ガラスより高い液体を満たした構成にしたりすることによって、保持枠443～保持部材446～プリズム45～台座445への熱伝達がよりスムーズとなり、放熱性能が向上する。これは、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に対して保持部材446を固着するようにした他の実施形態においても同様である。また、本実施形態では、保持部材446の支持面446Mには光学補償板を固定しており、偏光板442はクロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に固着しているが、支持面446Mには、光学補償板の代りに偏光板442を固定するようにしても良い。また、この支持面446Mに固定される光学素子は、光学補償板や偏光板には限らず、位相差板(1/4波長板、1/2波長板等)、集光レンズ等をここに固定するようにしても良い。

【0126】本実施形態の保持部材446の代わりに、第1～第3実施形態のような保持部材446(図9、15、16参照)を用いて偏光板442等を保持部材446の係合溝446C(図9、15、16参照)に固定するようにしても良い。この場合は、本実施形態において、上記保持部材446に基づいて得られる効果の代りに、第1～第3の実施形態の保持部材446に基づいて



(22)

41

得られる効果を得ることが可能である。逆に、第1～第3実施形態の保持部材446の代りに、本実施形態の保持部材446を用いて、支持面446Mに光学補償板等を固定するようにしても良い。この場合は、第1～第3の実施形態において、これらの光学装置に用いられている保持部材446に基づいて得られる効果を得ることが可能となる。

【0127】〔第5実施形態〕次に本発明の第5実施形態を説明する。以下の説明で、前記第4実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第4実施形態における光学装置では、偏光板442は、クロスダイクロックプリズム45の光束入射端面に直接両面テープまたは接着剤を用いて固定され、保持部材446の矩形板状体446Aは、左右辺縁に、光学補償板を取り付けることができるように支持面446Mが形成されていた。これに対して、第5実施形態では、保持部材446に2組の支持面446M、446M1が設けられており、偏光板442および光学補償板が、これらの支持面446M、446M1に固定されている点が、第4の実施形態と相違している。それ以外の構成および製造方法は、第4実施形態と同様である。また、各構成要素の材料については、第1実施形態で説明したようなものを用いることが可能である。

【0128】具体的に、図18に示すように、保持部材446の矩形板状体446Aには、左右辺縁および上下辺縁に、それぞれ第1の支持面446Mおよび第2の支持面446M1が形成されている。第1の支持面446Mおよび第2の支持面446M1は、矩形板状体446Aからの高さ寸法（面外方向位置）が異なるように形成されている。ここで、第1の支持面446Mには、偏光板442が、両面テープまたは接着剤により固定され、第2の支持面446M1には、光学補償板450が、同様に両面テープまたは接着剤により固定される。支持面446Mおよび支持面446M1の高さ寸法が互いに異なっているため、偏光板442および光学補償板450は、相互に干渉せずに、固定される。

【0129】このような第5実施形態によれば、第4実施形態と同様の効果の他、次のような効果がある。偏光板442および光学補償板450が保持部材446に固定されることにより、偏光板442および光学補償板450で発生する熱を保持部材446に放出させることができ、偏光板442および光学補償板450の冷却効率を向上させ、劣化を防止することができる。また、保持部材446が、面外方向位置が異なる2種類の支持面446Mおよび支持面446M1を備えているため、偏光板442および光学補償板450を異なる位置で保持部材446に支持することができる。従って、プリズム45、偏光板442、光学補償板450、保持枠443の間に、隙間ができる。従って、下部筐体471の底面か

42

ら立ちあがった立上部471Dと整流板478の立上片478Aによって下方から上方に案内された冷却空気をこれら隙間に流入させることができ、液晶パネル441R、441G、441Bおよび光学素子をより効率的に冷却できる。なお、支持面446M、446M1に固定される光学素子は、光学補償板や偏光板には限らず、位相差板（1/4波長板、1/2波長板等）、集光レンズ等であっても良い。また、第1～第3実施形態の保持部材446の代りに、本実施形態の保持部材446を用いて、支持面446M、446M1に光学補償板等を固定するようにしても良い。この場合は、第1～第3の実施形態において、これらの光学装置に用いられている保持部材446に基づいて得られる効果を得ることが可能となる。

【0130】〔第6実施形態〕次に本発明の第6実施形態を説明する。以下の説明では、前記第1実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第1実施形態における光学装置では、クロスダイクロックプリズム45の上下両面（光束入射端面と交差する一対の端面の双方）に台座445が固定され、保持部材446は台座445の側面に接着固定されていた。また、クロスダイクロックプリズム45は、上面に固定された台座445を介して下部筐体471に吊り下げ固定されていた。また、保持部材446と保持枠443とは、保持部材446に設けられたピン447Aと保持枠443に設けられた孔443Dを介して、保持部材446と保持枠443とが互いに接着固定されていた。さらに、偏光板442は、保持部材446の係合溝446Cに両面テープまたは接着剤により固定されていた。

【0131】これに対して、第6実施形態では、台座445は、クロスダイクロックプリズム45の下面にのみ固定され、該クロスダイクロックプリズム45は、下面に固定された台座445を介して下部筐体471に固定されている。また、保持部材446は、クロスダイクロックプリズム45の光束入射端面に直接接着固定され、保持枠443は、該保持部材446に楔状スペーサ448Aを介して接着固定されている。さらに、偏光板442は、クロスダイクロックプリズム45の光束入射端面に両面テープまたは接着剤で固定されている。それ以外の構成は、第1実施形態と同様である。

【0132】具体的に、図19は第6実施形態に係る液晶パネル441R、441G、441Bとクロスダイクロックプリズム45との取り付け状態を示す斜視図、図20はその組立分解図が示されている。ここで、液晶パネル441R、441G、441Bは、台座445に載置固定された水晶製のクロスダイクロックプリズム45に、保持枠443、保持部材446、及び楔状スペーサ448Aを利用して取り付けられている。

【0133】保持枠443は、図示された外観が第1実



(23)

43

施形態の保持枠443(図9等)と多少異なるが、基本的な構成は、支持板443Bの光束射出側端面に遮光膜が設けられている点を含め、第1実施形態で説明したものと同一である。

【0134】保持部材446は、液晶パネル441R、441G、441Bが収納保持された保持枠443を保持するものである。保持部材446は、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に固定される。また、保持部材は、略中央に開口部446Bを備える。この開口部446Bは、各液晶パネル441R、441G、441Bの装着時、各液晶パネル441R、441G、441Bの画像形成領域と対応する。保持部材446の光束射出側端面には、保持枠443と同様に、遮光膜(図示省略)が設けられている。

【0135】保持部材446の光入射側には保持枠443の側縁を覆うように形成された起立片446Dと、保持枠の光射出側の面を支持する支持片446Kが形成されている。また、光射出側の左右両側には凸部446Fが形成されている。この凸部446Fは、クロスダイクロイックプリズム45と保持部材446との間に部分的な隙間を形成する。そして、この隙間は、液晶パネル441R、441G、441Bやその周辺部に配置された変更板等の光学素子を冷却するための風路を形成する。凸部446Fの上下端面に、クロスダイクロイックプリズム45との接合面446Gが設けられている。起立片446Dの突出高さは、保持枠443の厚さにほぼ等しく、起立片446Dの高さ方向長さは保持枠443の高さにほぼ等しい。なお、起立片446Dの内側間隔は保持枠443の幅よりやや広くしている。また、保持枠443の光射出側面と保持部材446の光入射側面との間にはフォーカス調整用クリアランスを設け、保持枠443の幅と保持部材446の起立片446D内側間隔との間には画素合わせのためのアライメント調整用クリアランスを設ける。さらに、保持部材446の起立片446D内側には斜面446Eが形成されており、この斜面446Eと保持枠443との間に、保持枠443と保持部材446とを固定するための楔状スペーサ448Aを挿入できるようになっている。斜面446Eは、左右の起立片446Dの上下端部に左右対称に形成されている。

【0136】楔状スペーサ448Aは、液晶パネル441R、441G、441Bの位置決め、および、保持枠443と保持部材446との固定に用いられるものである。ここでは、4個の楔状スペーサ448Aが用いられている。楔状スペーサ448Aは、台座445、保持部材446、保持枠443と同様、熱伝導性の金属または熱伝導性の樹脂(好ましくは熱伝導率が $3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上のもの)によって構成する。このような金属や樹脂の例については、先に第1実施形態の説明部分で述べたとおりである。また、楔状スペーサ448Aは、保持枠443と保持部材446との接着に用いられるもの

44

であるため、熱による寸法変化を考慮すると、保持枠443または保持部材446と熱膨張係数が近い材料、または、保持枠443と保持部材446の間の熱膨張係数を有する材料を用いることが好ましい。特に、保持枠443、保持部材446、スペーサ448Aの材料をすべて同じものとするのが好ましい。また、これらの要素443、446、448Aを構成する材料の熱膨張係数は、できるだけ、クロスダイクロイックプリズム45を構成するガラスに近いことが好ましい。

10 【0137】台座445は、その中心部にクロスダイクロイックプリズム45を載せて固着するものである。台座445は、下部筐体471(図6)にねじ等によって固着される。

【0138】次に、本実施形態に係る光学装置の製造方法を説明する。まず、

(a) まず、クロスダイクロイックプリズム45に偏光板442を固着する(偏光板固定工程)。

(b) 偏光板442を固着したクロスダイクロイックプリズム45を台座445の中央部に固着する(台座固定工程)。

20 【0139】(c) また、保持枠443の凹形枠体444Aに液晶パネル441Rを収納する。その後、保持枠443の支持板444Bを凹形枠体444Aの液晶パネル挿入側から取り付けて、液晶パネル441R、441G、441Bを収納する。なお、凹形枠体444Aへの支持板444Bの取り付けは、支持板444Bのフック444Dを凹形枠体444Aのフック係合部444Cに係合することで行うことができる(光変調装置保持工程)。

30 【0140】(d) 続いて、液晶パネル441R、441G、441Bを収納保持した保持枠443を、保持部材446の左右の起立片446D間に収納し、支持片446Kに当接させる(保持枠装着工程)。

(e-1) また、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に、保持部材446の接合面446Gを、接着剤を介して密着させる(保持部材装着工程)。この時、保持部材446は、接着剤の表面張力によって、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に密着する。

40 (e-2) 起立片446Dの内側面に形成した斜面446Eと保持枠443の外周面443Eとの間に接着剤を塗布した楔状スペーサ448Aを挿入する(スペーサ装着工程)。この時、スペーサ448Aは、接着剤の表面張力によって、斜面446Eと保持枠443の外周面443Eとに密着する。

(f) さらに、保持部材446とクロスダイクロイックプリズム45の接合面の接着剤と、楔状スペーサ448Aに塗布された接着剤とが未硬化な状態で、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する(位置調整工程)。

50

(24)

45

(g) 液晶パネル441R, 441G, 441Bの位置調整を行った後に、接着剤を硬化する(接着剤硬化工程)。

【0141】上記(f)の位置調整工程におけるクロスダイクロックプリズム45への各液晶パネル441R, 441G, 441Bの位置調整は、以下を行う。まず、投写レンズ46(図7等)と正対する液晶パネル441Gについて、クロスダイクロックプリズム45の光束入射端面と保持部材446との接合面を摺動面としてアライメント調整(X軸方向、Y軸方向、 $\theta$ 方向の調整)を行い、保持枠443と保持部材446との接合面を摺動させることによって、フォーカス調整(Z軸方向、X $\theta$ 方向、Y $\theta$ 方向の調整)を行う。すなわち、アライメント調整は、クロスダイクロックプリズム45と保持部材446のうち、一方の位置を固定した状態で、他方をX軸方向、Y軸方向、 $\theta$ 方向に動かすことによって行うことが可能である。また、フォーカス調整は、保持枠443と保持部材446のうち、一方の位置を固定した状態で、他方をZ軸方向、X $\theta$ 方向、Y $\theta$ 方向に動かすことによって行うことが可能である。この時、楔形スペーサ448Aは、保持枠443あるいは保持部材446の動きに伴って、図21の矢印方向に摺動する。所定の位置に液晶パネル441Gを調整した後、ホットエア、ホットビーム、紫外線等で、接着剤を硬化させる。次に、位置調整と固定が完了した液晶パネル441Gを基準として、上記と同様に、液晶パネル441R, 441Bの位置調整および固定を行う。以上の製造工程において、接着剤は、第1の実施形態で説明したのと同様な、良好な熱伝導性を有する接着剤を用いる。

【0142】なお、各液晶パネル441R, 441G, 441Bのクロスダイクロックプリズム45への取り付けは、必ずしも上記の順序で行う必要はない。例えば、接着剤として半田を用いる場合は、上記の製造工程(d)、(e-1)、(e-2)で、接着剤を介することなく各部材を装着し、(f)の位置調整が終了した後、クロスダイクロックプリズム45、保持部材446、スペーサ448A、保持枠443を半田で固定すれば良い。また、上記の製造工程(e-2)では、起立片446Dの内側面に形成した斜面446Eと保持枠443の外周面443Eとの間に接着剤を塗布した楔状スペーサ448Aを挿入していたが、予め、保持枠443の外周と起立片446Dとの間の隙間に熱伝導性接着剤を充填しておいて、そこに楔状スペーサ448Aを挿入するようにしても良い。本実施形態と同様の製造方法で製造される他の実施形態の光学装置についても、同様である。以上のようにして一体化された液晶パネル441R, 441G, 441Bとクロスダイクロックプリズム45は、底部の台座445利用して下部筐体471(図6)にねじ等で固着される。

【0143】このような第6実施形態によれば、第4の

46

実施形態の説明で述べた前記(10)、(11)、(13)と同様の効果を得ることが可能である。また、保持部材446は、クロスダイクロックプリズム45との接合面に凸部446Fを備えており、この凸部とクロスダイクロックプリズム45によって、これらの間に部分的な隙間が形成されている。この隙間は、液晶パネル441R, 441G, 441Bやその周辺部に配置された偏光板等の光学素子を冷却するための風路を形成するので、液晶パネル441R, 441G, 441Bやその周辺部に配置された光学素子の熱による劣化を防ぐことが可能となり、画質の向上に寄与する。また、保持枠443の外周と起立片446Dとの間の隙間を熱伝導性接着剤で充填するようにすれば、保持枠443と保持部材446との接合面積が広がる。よって、液晶パネル441R, 441G, 441Bで発生した熱を、迅速に保持部材446に放熱することができ、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。さらに、本実施形態では、第1の実施形態の説明で述べた前記(6)、(7)、(9)と同様の効果をも得ることが可能である。

【0144】〔第7実施形態〕次に本発明の第7実施形態を説明する。以下の説明で、前記第6実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第6実施形態における光学装置では、保持枠443の保持部材446への取り付けを、左右それぞれ2つの楔状スペーサ448Aで行っていた。これに対して、第7実施形態における光学装置では、図22または図23に示されるように、保持枠443の保持部材446への取り付けを、左右それぞれ1つの楔状スペーサ448Bによって行っている。具体的には、楔状スペーサ448Bを起立片446Dの斜面446Eの全長にわたって配置し、保持枠443および保持部材446との接合部を上下端部に形成している。それ以外の構成は、第6実施形態と同様である。このような第7実施形態によれば、第6の実施形態と同様の効果を得ることが可能である。また、左右それぞれ1つの楔状スペーサ448Bを用い、該楔状スペーサ448Bを起立片446Dの斜面446Eの全長にわたって配置していることで、楔状スペーサ448Bと保持枠443との接触面積が大きくなるので、保持枠443から楔状スペーサ448Bへの放熱特性をより向上させることが可能であり、よって、液晶パネル441R, 441G, 441Bの冷却効率をさらに向上させることができる。

【0145】〔第8実施形態〕次に本発明の第8実施形態を説明する。以下の説明で、前記第6実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第6実施形態および前記第7実施形態では、保持枠443の保持部材446への固定を、複数の楔状スペーサ448A, 448B

(25)

47

によって行っていた。これに対して、第8実施形態では、図24または図25に示されるように、第4実施形態や第5実施形態と同様、保持部材446の保持枠443側の面の四隅に突起されたピン447Aと、保持枠443の四隅に形成した孔443Dとによって行うようにした点が相違する。それ以外の構成は、第6実施形態と同様である。なお、ピン447Aの数は、4つに限らず、2つ以上あれば良い。本実施形態にかかる光学装置の製造方法は、(b-2)の工程が存在しない点を除き、第4実施形態で説明したものと同様である。このような第8実施形態によれば、第6の実施形態と同様の効果を得ることが可能である。【第9実施形態】次に本発明の第9実施形態を説明する。以下の説明で、前記第7実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第1実施形態～前記第8実施形態では、各液晶パネル441R、441G、441Bを保持する保持枠443は、液晶パネル441R、441G、441Bを収納する凹形枠体444Aと、収納された液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定する支持板444Bとによって構成されていた。これに対して、第9実施形態では、保持枠443Fを、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側を支持する凹形枠体によって構成している。そして、その光射出側を支持板444Bにより押圧固定することなく、保持部材446の収納空間446Hに直接、収納保持している。その他の構成は、第7実施形態と同様である。

【0146】また、本実施形態に係る光学装置の製造方法は、(c)の光変調装置保持工程が、凹形枠体によって構成される保持枠443Fに、液晶パネル441R、441G、441Bを収納するのみで終了する点を除き、先に説明した第6実施形態と同様である。

【0147】このような第9実施形態によれば、第6の実施形態と同様の効果を得ることが可能である。また、保持枠443Fを、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側を支持する凹形枠体のみによって構成しているため、先に述べた第1～第8実施形態の如く、支持板444Bを固定するためのフック係合部が不要となり、凹形枠体444Aをより薄い板材を使用して単純な形状にすることができる。さらに、液晶パネル441R、441G、441Bが直接保持部材446に接触する。従って、液晶パネル441R、441G、441Bから保持部材446への熱伝導がより促進され、放熱特性がより向上するという効果も得ることが可能である。本実施形態において、スペーサ448Aを用いることなく、保持枠443と保持部材446とを固定する構成も可能である。この場合は、保持部材446の起立片446Dと、保持枠443Fの外周面とを、フォーカス調整が可能な隙間、あるいは、フォーカス調整とアライメント調整の双方が可能な隙間を設けて対峙させ、液晶

48

パネル441R、441G、441Bの位置を調整した後、保持部材446と保持枠443とを接着剤等で固定すれば良い。接着剤は、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する前に塗布しておいて、接着剤が未硬化な状態で位置調整を行うと良い。また、接着剤を、調整後に塗布して硬化させるようにしても良い。

【0148】【第10実施形態】次に本発明の第10実施形態を説明する。以下の説明では、前記第6実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第1実施形態～前記第8実施形態では、各液晶パネル441R、441G、441Bを保持する保持枠443は、液晶パネル441R、441G、441Bを収納する凹形枠体444Aと、収納された液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定する支持板444Bとによって構成されていた。これに対して、第10実施形態では、図28または図29に示されるように、保持枠443Gを、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側を支持する支持板によって構成している。

【0149】そして、液晶パネル441R、441G、441Bを保持部材446の収納空間446Hに収納保持し、その液晶パネル441Rの光入射側を支持板によって構成された保持枠443Gで押圧固定している。支持板によって構成される保持枠443Gと保持部材446とは、保持枠443Gに設けられたフック444Dと保持部材446に設けられたフック係合部446Iとの係合により固定される。さらに、第6実施形態における保持部材446には、起立片446Dの内側にスペーサ448Aを挿入する斜面446Eが形成されていたが

(図20参照)、本実施形態の保持部材446は、このような斜面446Eを有していない。代りに、保持部材446の起立片446Dには、保持部材446の左右側面に露出した貫通孔446Jが設けられている。スペーサ448Aは、この貫通孔446Jを介して、保持部材446の外側から、液晶パネル441R、441G、441Bの光射出面と保持部材446の液晶パネル441R、441G、441B側の面との間に挿入される。スペーサ448Aと貫通孔446Jは、3つずつ設けられているが、2つ、あるいは4つ以上であっても構わない。その他の構成は、第6実施形態と同様である。

【0150】本実施形態にかかる光学装置の製造は以下のように行われる。

(a) クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に偏光板442を固着する(偏光板固定工程)。

(b) 偏光板442が固定されたクロスダイクロイックプリズム45を台座445の上面中央部に固着する(台座固定工程)。

(c) クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に、保持部材446の接合面446Gを固着する(保

(26)

49

持部材固定工程)。

(d) 保持部材446の収納空間446Hに液晶パネル441R、441G、441Bを収容する(光変調装置保持工程)。

(e) 支持板によって構成された保持枠443Gを液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側から取り付け、保持部材446のフック係合部444Cにフック444Dを係合させて、液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定する(保持枠装着工程)。

(f) 保持部材446の左右両面に設けられた貫通孔446Jに楔状スペーサ448Aを挿入し、保持部材446の液晶パネル441R、441G、441B側の面と液晶パネル液晶パネル441R、441G、441Bの光射出面の双方に接触させながら移動させて、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する(位置調整工程)。

(g) その後、接着剤を硬化させる(接着剤硬化工程)。

【0151】このような第10実施形態によれば、第6の実施形態と同様の効果を得ることが可能である。また、液晶パネル441R、441G、441Bが直接保持部材446に接触する。従って、液晶パネル441R、441G、441Bから保持部材446への熱伝導がより促進され、放熱特性がより向上するという効果も得ることが可能である。

【0152】〔第11実施形態〕次に本発明の第11実施形態を説明する。以下の説明で、前記第8実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。第8実施形態では、保持部材446を、直接クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に対して固着していた。これに対し、第11実施形態では、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に、比較的熱伝導率の高いサファイア板451を固着し、そのサファイア板451を介して、保持部材446をクロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に対して固着させている。具体的には、図30または図31に示すように、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面のほぼ全面に両面テープまたは接着剤を用いてサファイア板451を固着し、そのサファイア板451中央部の液晶パネル面442に両面テープまたは接着剤を用いて偏光板442を貼り付けている。また、保持部材446の凸部446Fを、接着剤によってサファイア板451に固着している。

【0153】さらに、図32に示すように、サファイア板451と台座445との隙間に熱伝導を有する接着剤449を充填して、これらを熱伝導可能に結合している。なお、以上以外の構成は、第8実施形態と同様である。本発明にかかる光学装置の製造方法は、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に、サファイア

50

板451を両面テープまたは接着剤を用いて固着した後、サファイア板451に、偏光板442を両面テープまたは接着剤を用いて固定する点、並びに、サファイア板451を介して保持部材446をクロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に固着する点を除き、第8実施形態と同様である。ダイクロイックプリズム45、サファイア板451、保持部材446、台座445相互の界面を接着する接着剤としては、第1の実施形態で説明したような良好な熱伝導性を有する接着剤を用いる。なお、台座445とサファイア板451とを熱伝導可能に結合する構成として、熱伝導性を有する接着剤をこれらの間に充填する代りに、カーボンが混合された熱伝導性シートや、熱伝導材から成るスペーサ部材等を介して、サファイア板451を下部筐体471へ直接固着させてもよい。この場合の熱伝導性シートやスペーサ部材の固着には、熱伝導性を有する接着剤に加えて、ねじ等を利用した機械的固着も利用できる。

【0154】このような第11実施形態によれば、前記第8実施形態と同様の効果の他、次のような効果がある。クロスダイクロイックプリズム45と液晶パネル441R、441G、441Bとの間の風路を利用した冷却に加えて、液晶パネル441R、441G、441B付近の熱を、保持枠443～保持部材446のピン447A～保持部材446～サファイア板451～台座445～下部筐体471の順に伝導させて放熱することができるため、たとえプリズム45がBK7等の比較的熱伝導率の低いガラス製であっても、液晶パネル441R、441G、441Bの冷却性能を大きく向上させることが可能となる。これにより、プロジェクトの高輝度化が進んでも、液晶パネルの劣化を抑えることができ、安定した画質を維持することが可能である。なお、本実施形態のように、サファイア板を介して保持部材446をクロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に固着して、サファイア板と台座を熱伝導可能に結合する構成は、第4～第10実施形態にも適用することができる。このようにすれば、第4～第10実施形態においても、冷却性能の向上、液晶パネルの劣化抑制、安定した画質の維持、という効果を得ることが可能となる。

【0155】〔第12実施形態〕次に本発明の第12実施形態を説明する。以下の説明では、前記第6実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第6実施形態では、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に、保持部材446が固着されていた。これに対して第12実施形態では、図33または図34に示したように、保持部材446は、台座445に対して固定されている。さらに、対向する保持部材446の上端部は、フレーム連結部材452によって連結されている。それ以外の構成は、第6実施形態と同様である。

【0156】本実施形態にかかる光学装置の製造方法

(27)

51

は、以下のとおりである。

(a) クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に偏光板442を固着する(偏光板固定工程)。

(b) 偏光板442が固着されたクロスダイクロイックプリズム45を、台座445の上面中央部に固着する(台座固定工程)。

(c) また、保持枠443の凹形枠体444Aに液晶パネル441R、441G、441Bを収納する。さらに、支持板444Bを液晶パネル441R、441G、441Bの光射出側から凹形枠体444Aに取り付けて、液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定して保持する。なお、凹形枠体への支持板444Bの取り付けは、支持板444Bのフック444Dを凹形枠体444Aのフック係合部444Cに係合することで行うことができる(光変調装置保持工程)。

【0157】(e-1') また、台座445の3方の端面に、保持部材446の接合面446Gを、接着剤を用いて固着する(保持部材固定工程)。

(d-1) さらに、合成光射出側の保持部材446間に、フレーム連結部材452を固着する(連結部材固定工程)。このフレーム連結部材452は投写レンズ46の取り付け補助板として用いることができる。

【0158】(d-2) 続いて、液晶パネル441R、441G、441Bを収納保持した保持枠443を、保持部材446の左右の起立片446D間に収納し、支持片446Kに当接させる(保持枠装着工程)。

(e-2) 起立片446Dの内側面に形成した斜面446Eと保持枠443の外周面443Eとの間に接着剤を塗布した楔状スペーサ448Aを挿入する(スペーサ装着工程)。この時、スペーサ448Aは、接着剤の表面張力によって、斜面Eと保持枠443の外周面443Eとに密着する。

(f') さらに、楔状スペーサ448Aに塗布された接着剤が未硬化な状態で、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する(位置調整工程)。

(g) 液晶パネル441R、441G、441Bの位置調整を行った後に、接着剤を硬化する(接着剤硬化工程)。以上の製造工程において、接着剤は、第1の実施形態で説明したのと同様な、良好な熱伝導性を有する接着剤を用いる。

【0159】なお、以上では、台座445、保持部材446、連結部材452を別部品として構成し、光学装置を組み立てる際に、それらを固着して一体化した場合の構成を説明したが、図35に示すように、これらを一体成形した成形ユニット460を用いてもよい。この場合における光学装置の製造方法は、以下の通りである。

(a) クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に偏光板442を固着する(偏光板固定工程)。

(b) その後、偏光板442が固着されたクロスダイクロイックプリズム45を成形ユニット460の上方から

52

挿入し、台座445の上面中央部に固着する(成形ユニット固定工程)。

(c) また、保持枠443の凹形枠体444Aに液晶パネル441R、441G、441Bを収納する。さらに、支持板444Bを液晶パネル441Rの光射出側から凹形枠体444Aに取り付けて、液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定して保持する。なお、凹形枠体への支持板444Bの取り付けは、支持板444Bのフック444Dを凹形枠体444Aのフック係合部444Cに係合することで行うことができる(光変調装置保持工程)。

(d-2) 続いて、液晶パネル441R、441G、441Bを収納保持した保持枠443を、保持部材446の左右の起立片446D間に収納し、支持片446Kに当接させる(保持枠装着工程)。

【0160】(e-2) 起立片446Dの内側面に形成した斜面446Eと保持枠443の外周面443Eとの間に接着剤を塗布した楔状スペーサ448Aを挿入する(スペーサ装着工程)。この時、スペーサ448Aは、接着剤の表面張力によって、斜面Eと保持枠443の外周面443Eとに密着する。

(f') さらに、楔状スペーサ448Aに塗布された接着剤が未硬化な状態で、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する(位置調整工程)。

(g) 液晶パネル441R、441G、441Bの位置調整を行った後に、接着剤を硬化する(接着剤硬化工程)。このように、台座445および保持部材446が予め一体成形された成形ユニットを採用することにより、保持部材固定工程および連結部材固定工程を省略することができる。なお、台座445、保持部材446、連結部材452のすべてを一体成形する必要は無く、これらのうち、いずれか2つだけを一体成形した場合であっても、同様の効果を得ることができる。

【0161】なお、各液晶パネル441R、441G、441Bのクロスダイクロイックプリズム45への取り付けは、必ずしも上記の順序で行う必要はない。例えば、接着剤として半田を用いる場合は、上記の製造工程(d-1)、(d-2)、(e-1')、(e-2)で接着剤を介することなく各部材を装着し、(f')の位置調整が終了した後、保持部材446、スペーサ448A、保持枠443、連結部材452を半田で固定すれば良い。また、接着剤に代えて、保持部材446やフレーム連結部材452を、ねじ等により機械的に固着するようにしても良い。また、上記の製造工程(e-2)では、起立片446Dの内側面に形成した斜面446Eと保持枠443の外周面443Eとの間に接着剤を塗布した楔状スペーサ448Aを挿入していたが、予め、保持枠443の外周と起立片446Dとの間の隙間に熱伝導性接着剤を充填しておいて、そこに楔状スペーサ448



(28)

53

Aを挿入するようにしても良い。本実施形態と同様の製造方法で製造される他の実施形態の光学装置についても同様である。以上のようにして一体化された液晶パネル441R、441G、441B及びクロスダイクロックプリズム45は、底部の台座445を利用して下部筐体471（図6）にねじ等で固着される。

【0162】このような第12実施形態によれば、第1の実施形態で説明した前記（1）、（2）、（5）、（6）、（7）、（9）と同様の効果を得ることができる。また、保持部材446の上端部をフレーム連結部材452で連結することにより、保持部材446を安定に保持固定することができるとともに、保持部材446の温度分布を均一化し、熱伝達性を向上させることができる。また、台座445、保持部材446、連結部材452のうち少なくとも2つを一体成形すれば、保持枠から台座、保持部材～連結部材への放熱がよりスムーズ隣、液晶パネル441R、441G、441Bの冷却性能をさらに向上させることが可能となる。さらに、保持枠443の外周と起立片446Dとの間の隙間を熱伝導性接着剤で充填するようにすれば、保持枠443と保持部材446との接合面積が広がる。よって、液晶パネル441R、441G、441Bで発生した熱を、迅速に保持部材446に放熱することができ、光変調装置の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0163】【第13実施形態】次に本発明の第13実施形態を説明する。以下の説明では、前記第12実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第12実施形態における光学装置では、保持枠443の保持部材446への取り付けを、左右それぞれ2つの楔状スペーサ448Aで行っていた。これに対して、第13実施形態における光学装置では、図36または図37に示されるように、保持枠443の保持部材446への取り付けを、左右それぞれ1つの楔状スペーサ448Bによって行っている。具体的には、楔状スペーサ448Bを起立片446Dの斜面446Eの全長にわたって配置し、保持枠443および保持部材446との接合部を上下端部に形成している。なお、本実施形態においても、図38に示すように、台座445、保持部材446、連結部材452、あるいは、これらのうちいずれか2つを一体成形した成形ユニット470を用いることが可能である。以上説明した以外の構成ならびに製造方法は、第12実施形態と同様である。このような第13実施形態によれば、前記第12実施形態と同様の効果を得ることが可能である。また、左右それぞれ1つ楔状スペーサ448Bを用い、該楔状スペーサ448Bを起立片446Dの斜面446Eの全長にわたって配置していることで、楔状スペーサ448Bと保持枠443との接触面積が大きくなるので、保持枠443から楔状スペーサ448Bへの放熱特性をより向上させることが可能であり、よって、

54

液晶パネル441R、441G、441Bの冷却効率をさらに向上させることができる。

【0164】【第14実施形態】次に本発明の第14実施形態を説明する。以下の説明では、前記第12実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第12実施形態および前記第13実施形態では、保持枠443の保持部材446への固定を、複数の楔状スペーサ448A、448Bによって行っていた。これに対して、第14実施形態では、図39または図40に示すように、保持部材446の保持枠443側の面の四隅に突起されたピン447Aと、そのピン447Aに対応する保持枠443の四隅に形成した孔443Dとを利用して行うようにした点が相違する。それ以外の構成は、第12実施形態と同様である。ここでピン447Aの位置は、保持部材446の隅である必要は無い。また、ピン447Aの数は、4つに限らず、2つ以上あれば良い。なお本実施形態においても、図41に示すように、台座445、保持部材446、連結部材452、あるいは、これらのうちいずれか2つを一体成形した成形ユニット470を用いることが可能である。本実施形態にかかる光学装置の製造方法は、第12実施形態にかかる光学装置の製造方法をほぼ同様であるが、（d-2）の保持枠装着工程において、保持枠443の孔443Dに保持部材446のピン447Aを、接着剤とともに挿入する点、（e-2）のスペーサ装着工程が無い点が異なる。

【0165】このような第11実施形態によれば、第12実施形態と同様の効果の他、第1の実施形態で説明した前記（3）と同様の効果を得ることができる。

【0166】【第15実施形態】次に本発明の第15実施形態を説明する。以下の説明では、前記第13実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第12実施形態～前記第14実施形態では、各液晶パネル441R、441G、441Bを保持する保持枠443は、液晶パネル441R、441G、441Bを収納する凹形枠体444Aと、収納された液晶パネル441R、441G、441Bを押圧固定する支持板444Bによって構成されていた。これに対して、第15実施形態では、図42、43に示されるように保持枠443Fを、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側を支持する凹形枠体によって構成している。そして、その光射出側を前記支持板444Bにより押圧固定すること無く、保持部材446の収納空間446Hに直接、収納保持している。なお、本実施形態においても、図38に示すように、台座445、保持部材446、連結部材452、あるいは、これらのうちいずれか2つの一体成形した成形ユニット470を用いることが可能である。それ以外の構成は、第13実施形態と同様である。また、本実施形態にかかる光学装置の製造方法は、（c）の光変



(29)

55

調装置保持工程が凹形枠体によって構成される保持枠443Fに、液晶パネル441R、441G、441Bを収納するのみで終了する点を除き、先に説明した第13実施形態と同様である。

【0167】このような第15実施形態によれば、第12実施形態と同様の効果を得ることが可能である。また、保持枠443Fを、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側を支持する凹形枠体のみによって構成しているため、先に述べた第1～第8実施形態の如き支持板444Bを固定するためのフック係合部が不要となり、凹形枠体444Aをより薄い板材を使用して単純な形状にすることができる。さらに、液晶パネル441R、441G、441Bが直接保持部材446に接触する。従って、液晶パネル441R、441G、441Bから保持部材446への熱伝導がより促進され、放熱特性がより向上するという効果も得ることが可能である。本実施形態において、スペーサ448Aを用いることなく、保持枠443と保持部材446とを固定する構成も可能である。この場合は、保持部材446の起立片446Dと、保持枠443Fの外周面とを、フォーカス調整が可能な隙間、あるいは、フォーカス調整とアライメント調整の双方が可能な隙間を設けて対峙させ、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整した後、保持部材446と保持枠443とを接着剤等で固定すれば良い。接着剤は、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する前に塗布しておいて、接着剤が未硬化な状態で位置調整を行うと良い。また、接着剤を、調整後に塗布して硬化させるようにしても良い。

【0168】〔第16実施形態〕次に本発明の第16実施形態を説明する。以下の説明では、前記第12実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。前記第12実施形態～前記第14実施形態では、各液晶パネル441R、441G、441Bを保持する保持枠443は、液晶パネル441R、441G、441Bを収納する凹形枠体444Aと、収納された液晶パネル441R、441G、441Bをを押し固定する支持板444Bとによって構成されていた。これに対して、第16実施形態では、図44または図45に示されるように、保持枠443Gを、各液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側を支持する支持板によって構成している。そして、液晶パネル441R、441G、441Bを保持部材446の収納空間446Hに収納保持し、その液晶パネル441R、441G、441Bの入射側を支持板によって構成される保持枠443Gで押し固定している。支持板によって構成される保持枠443Gと保持部材446とは、保持枠443Gに設けられたフック444Dと保持部材446に設けられたフック係合部446Iとの係合により固定される。

56

【0169】さらに、第12実施形態における保持部材446には、起立片446Dの内側にスペーサ448Aを挿入する斜面446Eが形成されていたが(図34参照)、本実施形態の保持部材446は、このような斜面446Eを有していない。代りに、本実施形態の保持部材446の起立片446Dには、保持部材446左右側面に露出した貫通孔446Jが設けられている。スペーサ448Aは、この貫通孔446Jを介して、保持部材446の外側から、液晶パネル441R、441G、441Bの光射出面と保持部材446の液晶パネル441R、441G、441B側の面との間に挿入される。スペーサ448Aと貫通孔446Jは、3つずつ設けられているが、2つ、あるいは4つ以上であっても構わない。その他の構成は、第12実施形態と同様である。

【0170】本実施形態にかかる光学装置の製造は、以下のように行われる。

(a) 先ず、クロスダイクロイックプリズム45の光束入射端面に偏光板442を固着する(偏光板固定工程)。

(b) 偏光板442が固着されたクロスダイクロイックプリズム45を台座445の上面中央部に固着する(台座固定工程)。

(c) また、台座445の3方の端面に、保持部材446をその凸部446Fの接合面446Gを利用して固着する(保持部材固着工程)。

(d-1) さらに、合成光射出側の保持部材446間に熱伝導性を有する接着剤を用いてフレーム連結部材452を固着する(連結部材固着工程)。

【0171】(d-2) また、保持部材446の収納空間446Hに液晶パネル441R、441G、441Bを收容する(光変調装置保持工程)。

(e) 支持板によって構成された保持枠443Gを液晶パネル441R、441G、441Bの光入射側から取り付け、保持部材446のフック係合部444Cにフック444Dを係合させて、液晶パネル441R、441G、441Bを押し固定する(保持枠装着工程)。

【0172】(f) 保持部材446の左右両面に設けられた貫通孔446Jに楔状スペーサ448Aを挿入し、保持部材446の液晶パネル441R、441G、441B側の面と液晶パネル441R、441G、441B側の光射出面の双方に接触させながら移動させて、液晶パネル441R、441G、441Bの位置を調整する(位置調整工程)。

(g) その後、接着剤を硬化させる(接着剤硬化工程)。なお、接着剤に代えて、保持部材446やフレーム連結部材452を、ねじ等により機械的に固着するようにしても良い。

【0173】このような第16実施形態によれば、第12の実施形態と同様の効果を得ることができる。また、液晶パネル441R、441G、441Bが直接保持部

(30)

57

材446に接触する。従って、液晶パネル441R、441G、441Bから保持部材446への熱伝導がより促進され、放熱特性がより向上するという効果も得ることが可能である。

【0174】〔第17実施形態〕次に本発明の第17実施形態を説明する。以下の説明で、第12実施形態と同様の構造および同一部材には同一符号を付して、その詳細な説明は省略又は簡素化する。第12実施形態では、保持部材446を、直接クロスダイクロミックプリズム45の光束入射端面に対して固着していた。これに対し  
10 第17実施形態では、クロスダイクロミックプリズム45の光束入射端面に、比較的熱伝導率の高いサファイア板451を固着し、そのサファイア板451を介して、保持部材446を台座445の側面に対して固着させている。具体的には、図46、図47に示すように、クロスダイクロミックプリズム45の光束入射端面のほぼ全面に、両面テープまたは接着剤を用いてサファイア板451を固着し、そのサファイア板451中央部の液  
20 晶パネル対応面に両面テープまたは接着剤を用いて偏光板442を貼りつけている。また、保持部材の凸部446Fを、接着剤によってサファイア板451に固着して  
いる。

【0175】さらに、図47に示すように、サファイア板451と台座445との隙間に、良好な熱伝導性を有する接着剤449を充填して、これらを熱伝導可能に結合している。それ以外の構成は、第12実施形態と同様である。また、本実施形態にかかる光学装置の製造方法は、クロスダイクロミックプリズム45の光束入射端面に、サファイア板451を両面テープまたは接着剤を用いて固着した後、サファイア板451に、偏光板442  
30 を両面テープまたは接着剤を用いて固着する点、並びに、サファイア板451を介して保持部材446を台座445の側面に固定する点を除き、第12実施形態と同様である。台座445、サファイア板451、保持部材446相互の界面を接着する接着剤としては、第1実施形態で説明したような良好な熱伝導性を有する接着剤を用いる。

【0176】なお、台座445とサファイア板451を熱伝導可能に結合する構成としては、熱伝導性を有する接着剤をこれらの間に充填する代りに、カーボンが混合された熱伝導性シートや、熱伝導材からなるスペーサ部材等を介して、サファイア板451を下部筐体471へ直接固着させても良い。この場合の熱伝導性シートやスペーサ部材の固着には、熱伝導性を有する接着剤に加えて、ねじ等を利用した機械的固着も利用できる。また、図示は省略するが、サファイア板451を、保持部材446の左右端縁に設けられた凸部446F間の寸法よりも小さく形成して、保持部材446を台座445側面に固着する最、サファイア板451が保持部材446の凸部間に位置するようにしても良い。

58

【0177】このような第17実施形態によれば、第12実施形態と同様の効果の他、次のような効果がある。クロスダイクロミックプリズム45と液晶パネル441R、441G、441Bとの間の風路を利用した冷却に加えて、液晶パネル441R、441G、441B付近の熱を、保持枠443～保持部材446～サファイア板451～台座445～下部筐体471の順に伝導させて放熱することができるため、たとえプリズム45がBK7等の比較的熱伝導率が低いガラス製であっても、液晶  
パネル441R、441G、441Bの冷却性能を大きく向上させることが可能となる。これにより、プロジェクタの高輝度化が進んでも、液晶パネルの劣化を抑える事ができ、安定した画質を維持することが可能となる。なお、本実施形態のように、サファイア板451を用いる構成は、第1～第3実施形態や、第12～第16実施形態にも適用することができる。このようにすれば、第1～第3実施形態や、第12～第16実施形態においても、冷却性能の向上、液晶パネルの劣化抑制、安定した画質の維持、という効果を得ることが可能となる。

【0178】以上、本発明の様々な実施の形態を説明してきたが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含む。例えば、以下に示すような変形等も本発明に含まれる。例えば、前記第1、4、5、8、11実施形態では、保持部材446は、矩形板状体446Aから突設されたピン447Aを備えており、該ピン447Aは、略柱状の構造を有していたが、基端よりも先端側が細い形状としても良い。例えば、図48に示すように、基端から先端にかけて先細となる略円錐形状の構造を有していてもよい。このように、ピン447Aを、基端よりも先端側が  
30 細い形状とすれば、保持部材446と保持枠443とを紫外線硬化接着剤等の光硬化接着剤によって、短時間で、効率良く、かつ確実に固定することが可能となる。なぜならば、ピン447A先端部から光を照射して接着剤を硬化させる際に、ピン447A先端部における光の反射や吸収を低減し、ピン447Aと保持枠443との接合部に存在する接着剤に光が充分照射されるからである。このような構造は、保持部材446が金属で構成されている場合に、特に好ましい。

【0179】また、前記第1実施形態～前記第3実施形態における台座445の形状を、図49に示すように、テーパー形状にしてもよい。図49(A)には、台座445の平面図が示され、図49(B)には、図49(A)のB-B線断面図が示されている。台座445の形状をこのような形状にすることにより、保持部材446と保持枠443とを、紫外線硬化接着剤等の光硬化接着剤によって、短時間で効率良く、かつ確実に固定することが可能となる。なぜならば、台座445と保持部材446との接合を行うために、台座445の上方から該台座4  
40 45と保持部材446との隙間に紫外線を照射する際  
50

(31)

59

に、台座445の角における光の反射や吸収を低減し、該台座445と保持部材446との隙間に存在する接着剤に光が充分照射されるからである。なお、ここでは、光が台座445上方から照射される場合について説明したが、クロスダイクロイックプリズム45の下方に固定された台座445の下方から光が照射される場合には、該下方に固定された台座445の端部をテーパ形状のものとすればよい。また、このように台座445の角をテーパ形状とする構成は、第12～17実施形態にも適用することが可能である。

【0180】また、第1～5、8、11、14実施形態において、保持部材446と保持枠443とは、ピン447Aや、正面略L字形の起立片447Bを介して固定されていたが、ピン447Aや起立片447Bの形状は、図8～9、15、16等に示したような形状に限られない。つまり、ピン447Aや起立片447Bの形状は、保持部材446と保持枠443とを固定できる形状であれば、どのようなものであってもよい。また、第1～3実施形態の保持部材446に設けられた係合溝446Cの形状に関しても、図9、15、16に示したような形状に限られない。つまり、偏光板442を支持できる形状であれば、どのようなものであってもよい。

【0181】さらに、台座445の位置や、台座445と下部筐体471との取り付け方についても、上記実施形態に示した構成には限られない。例えば、第1～第3実施形態では、台座445がクロスダイクロイックプリズム45の上下両面（光束入射端面と交差する一対の端面の双方）に設けられていたが、第12～17実施形態のように、台座445と連結部材452とを用いた構成に代えても良い。逆に、第12～17実施形態の、台座445と連結部材452とを用いた構成を、第1～第3実施形態のように、台座445をプリズム45の上下両面に設けた構成に代えても良い。

【0182】また、第1～第3実施形態では、光学装置がプリズム45の上面に固定された台座445によって下部筐体471に固定されていたが、他の実施形態のように、プリズム45の下面に固定された台座によって下部筐体471に固定されるようにしても良い。また、第1～第4実施形態では、光学装置の下部筐体471への取付部445Bがクロスダイクロイックプリズム45の上面に固定された台座445に設けられていたが、これをクロスダイクロイックプリズム45の下面に固定された台座445に形成するようにしてもよい。ただし、実施形態のように取付部445Bがクロスダイクロイックプリズム45の上面に固定された台座445に形成されていた方が、下部筐体471に対して光学装置を着脱しやすいという利点がある。また、第5～第17実施形態の光学装置を、第1～第4実施形態の光学装置のように、プリズム45の上面に固定された台座445によって下部筐体471に固定するようにしても良い。

60

【0183】さらに、第1～第4実施形態において、光学装置は下部筐体471のボス部476条に設けられた取付部473に固定されていたが、光学装置を取り付ける構造はこれに限られない。つまり、光学装置の取り付け部が設けられる位置や形状等は、任意である。また、台座445に設けられた取付部445Bの形状も任意であり、先に説明した各実施形態の形状に限定されない。なお、下部筐体471のボス部476には、ヘッド部49や保持片477が一体に設けられていたが、それぞれを個別に設けてもよい。

【0184】第4実施形態では、クロスダイクロイックプリズム45と保持部材446との間に部分的な隙間は形成されていなかったが、第6～17実施形態のように、クロスダイクロイックプリズム45と保持部材446との間に部分的な隙間を形成するようにしても良い。このような構成とすれば、第6実施形態で述べた（23）のような効果を得ることが可能となる。

【0185】また、第12～16実施形態において、クロスダイクロイックプリズム45と保持部材446との間に形成された隙間に熱伝導性接着剤を充填しても良い。その場合には、保持部材446～クロスダイクロイックプリズム45～台座445の熱伝導経路も形成されるため、液晶パネル441R、441G、441Bの冷却がより促進される。

【0186】上記実施形態において、クロスダイクロイックプリズム45は、光学ガラス、水晶、サファイアなどの材料からなるプリズムと、誘電体多層膜によって構成されていたが、プリズム45の構成はこれに限られない。例えば、ガラス等によって形成された略直方体または立方体の容器内にクロスミラーを配置し、この容器内を液体で満たした構成としても良い。つまり、プリズム45は、色光を合成する機能と、光変調装置を取り付けるための光束入射端面を備えていれば、どのような構成であっても良い。さらに、前記各実施形態では、3つの光変調装置を用いたプロジェクタの例のみを挙げたが、本発明は、1つの光変調装置のみを用いたプロジェクタ、2つの光変調装置を用いたプロジェクタ、あるいは、4つ以上の光変調装置を用いたプロジェクタにも適用可能である。

【0187】また、前記各実施形態では、光変調装置として液晶パネルを用いていたが、マイクロミラーを用いたデバイスなど、液晶以外の光変調装置を用いてもよい。さらに、前記実施形態では、光入射面と光射出面とが異なる透過型の光変調装置を用いていたが、光入射面と光射出面とが同一となる反射型の光変調装置を用いてもよい。

【0188】さらにまた、前各記実施形態では、スクリーンを観察する方向から投写を行うフロントタイプのプロジェクタの例のみを挙げたが、本発明は、スクリーンを観察する方向とは反対側から投写を行うリアタイプの

(32)

61

プロジェクトにも適用可能である。

【0189】

【発明の効果】本発明の液晶パネル取り付け構造によれば、ファンを利用した液晶パネルの冷却に加えて、液晶パネルの熱を、保持枠、保持部材等を効率的に熱伝導して、放熱させることができ、液晶パネルの冷却性能を大きく向上させることが可能となる。また、上記の光学装置を利用した本発明のプロジェクトは、その冷却性能の向上によって、装置の高輝度化、高信頼性化、および長寿命化が図れるとともに、冷却に使用するファンや電源を省略または小型化できるため、装置の小型化や低騒音化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るプロジェクトを上方から見た全体斜視図。

【図2】本発明の実施形態に係るプロジェクトを下方から見た全体斜視図。

【図3】本発明の実施形態に係るプロジェクトの内部を示す斜視図であり、具体的には、図1の状態からプロジェクトのアップケースを外した図。

【図4】本発明の実施形態に係るプロジェクトの内部を示す斜視図であり、具体的には、図3の状態からシールド板、ドライバード、および上部筐体を外して後方側から見た図。

【図5】本発明の実施形態に係るプロジェクトの内部を示す斜視図であり、具体的には、図4の状態から光学ユニットを外した図。

【図6】本発明の実施形態に係る光学ユニットを下方側から見た斜視図。

【図7】本発明の実施形態に係るプロジェクトの光学系を模式的に示す平面図。

【図8】第1実施形態に係る光学装置を上方側から見た斜視図。

【図9】第1実施形態に係る光学装置の構造を表す分解斜視図。

【図10】本発明の実施形態に係る光学装置の取付位置を示す斜視図。

【図11】本発明の実施形態に係る光学ユニットを示す平面図。

【図12】図11のXII-XII線断面図。

【図13】図12で示したXIII部分の拡大図。

【図14】本発明の実施形態に係る光学ユニットの要部を拡大して示す平面図である。

【図15】第2実施形態に係る光学装置の構造を表す分解斜視図である。

【図16】第3実施形態に係る光学装置の構造を表す分解斜視図である。

【図17】第4実施形態に係る光学装置の構造を表す分解斜視図である。

【図18】第5実施形態の要部を示す分解斜視図であ

62

る。

【図19】第6実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図20】図19の組立分解図。

【図21】第6実施形態における楔状スペーサの配置及び作用を示す説明図。

【図22】第7実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図23】図22の組立分解図。

【図24】第8実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図25】図24の組立分解図。

【図26】第9実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図27】図26の組立分解図。

【図28】第10実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図29】図28の組立分解図。

【図30】第11実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図31】図30の組立分解図。

【図32】プリズムに貼り付けられたサファイア板と台座とを示す説明図。

【図33】第12実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図34】図33の組立分解図。

【図35】前記第12実施形態の台座と保持部材を一体化した斜視図。

【図36】第13実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図37】図36の組立分解図。

【図38】前記第13実施形態の台座と保持部材を一体化した斜視図。

【図39】第14実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図40】図39の組立分解図。

【図41】前記第14実施形態の台座と保持部材を一体化した斜視図。

【図42】第15実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図43】図42の組立分解図。

【図44】第16実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図45】図44の組立分解図。

【図46】第17実施形態に係る光学装置の構造を表す斜視図。

【図47】プリズムに貼り付けられたサファイア板と台座とを示す説明図。

【図48】保持部材のピン形状の変形例を表す拡大図。

【図49】台座形状の変形例を表す平面図および断面

(33)

63

64

図。

【符号の説明】

1 プロジェクタ

441, 441R, 441G, 441B 液晶パネル

442 光束入射側および射出側の偏光板

443 保持枠

443D 孔

443C 開口部

444A 凹形枠体

444B 支持板

445 台座

445A 凹部

445B 取付部

446 保持部材

446A 矩形板状体

446B 開口部

446C 係合溝

446D 起立片であるリブ

446F 凸部

446K 支持片

446M 支持面

446M1 支持面

447A 突起部であるピン

10 447B, 447C 起立片

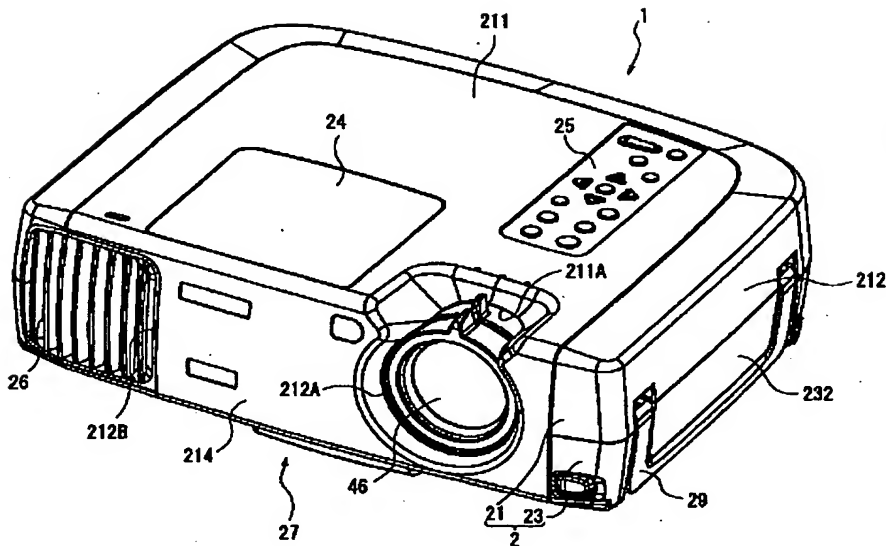
448A, 448B, 448C 楔状スペーサ

45 クロスダイクロイックプリズム

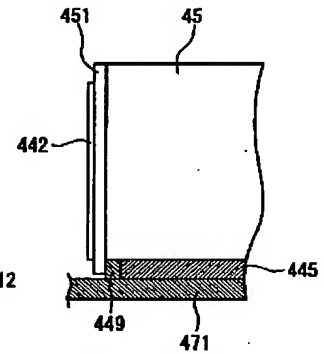
47 光学部品用筐体

473 筐体の取付部

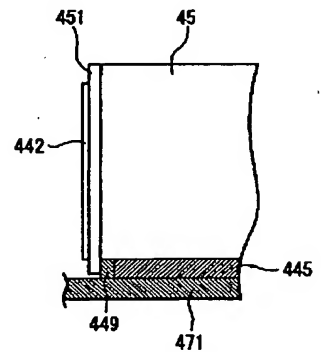
【図1】



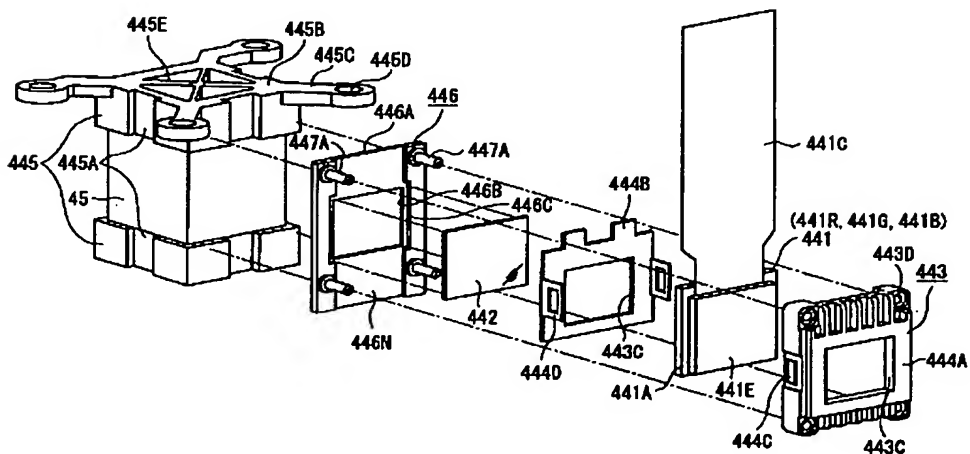
【図32】



【図47】



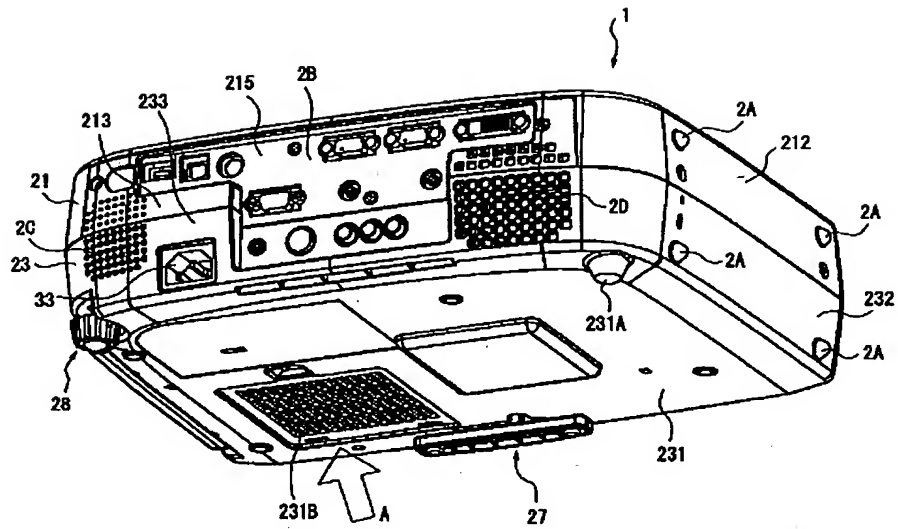
【図9】



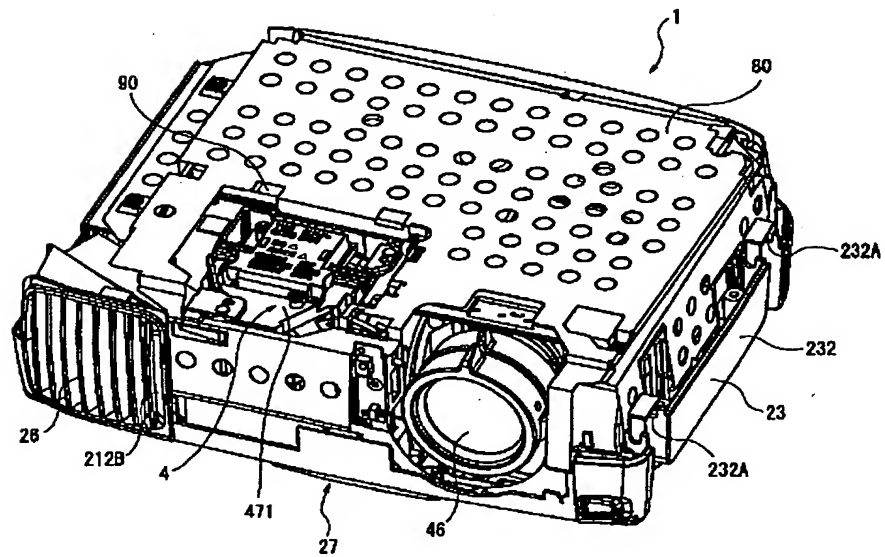


(34)

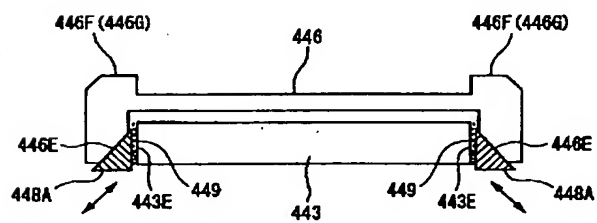
【図2】



【図3】

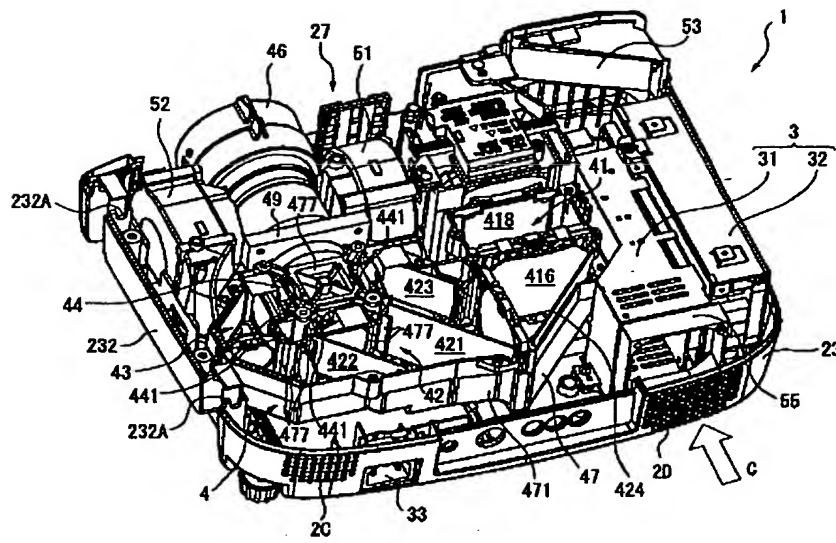


【図21】

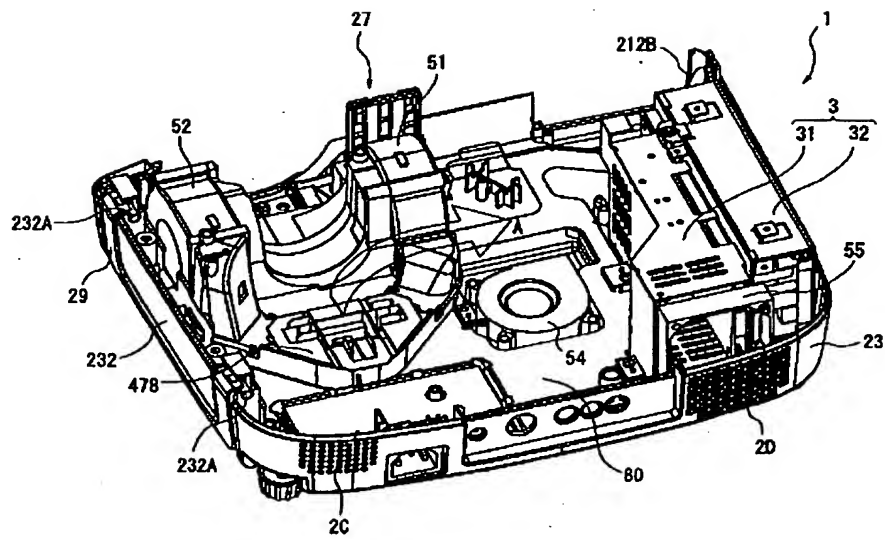


(35)

【図 4】

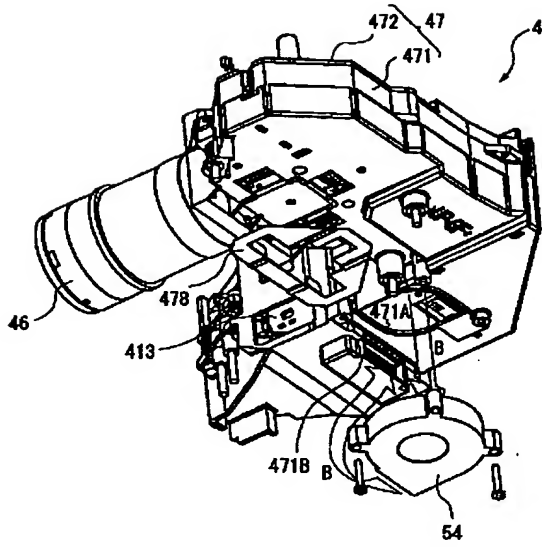


【図 5】

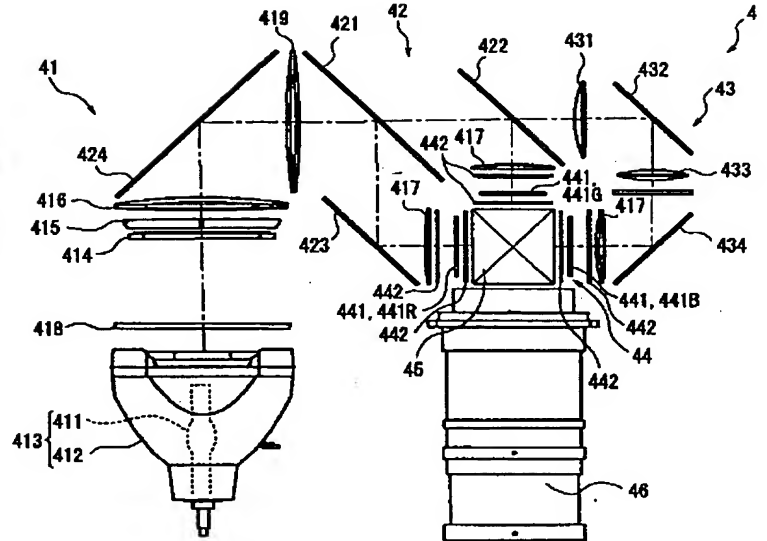


(36)

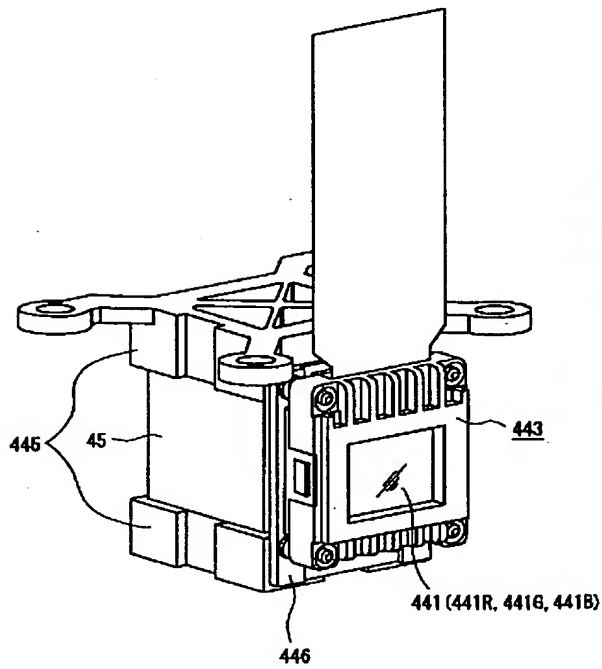
【図6】



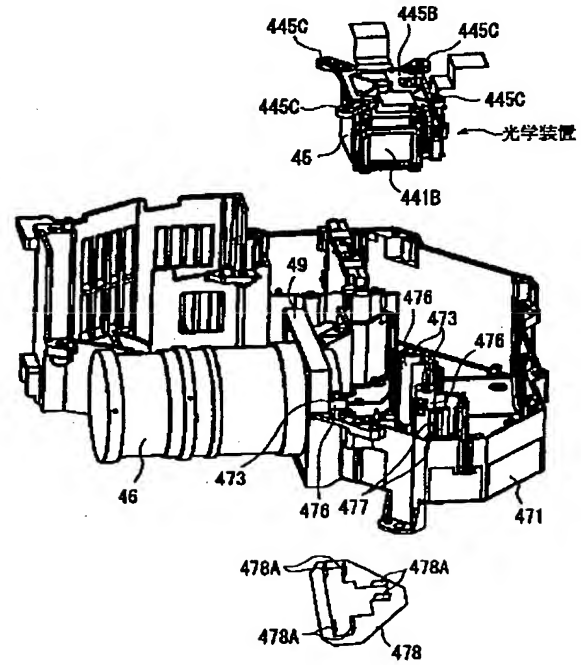
【図7】



【図8】

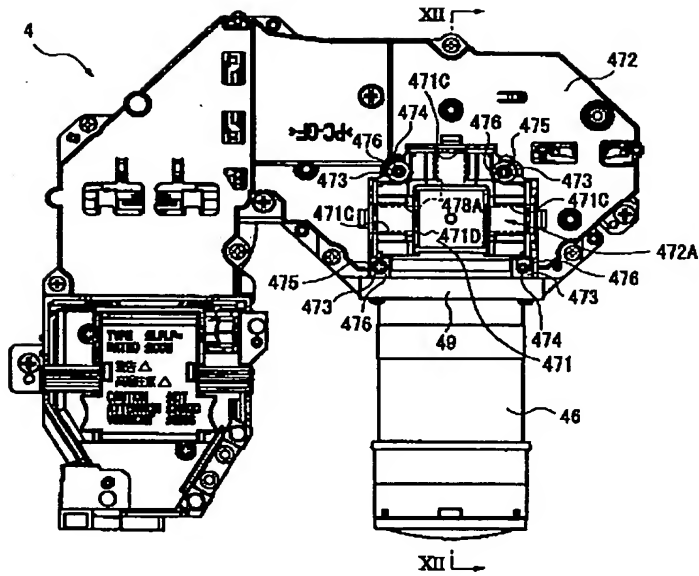


【図10】

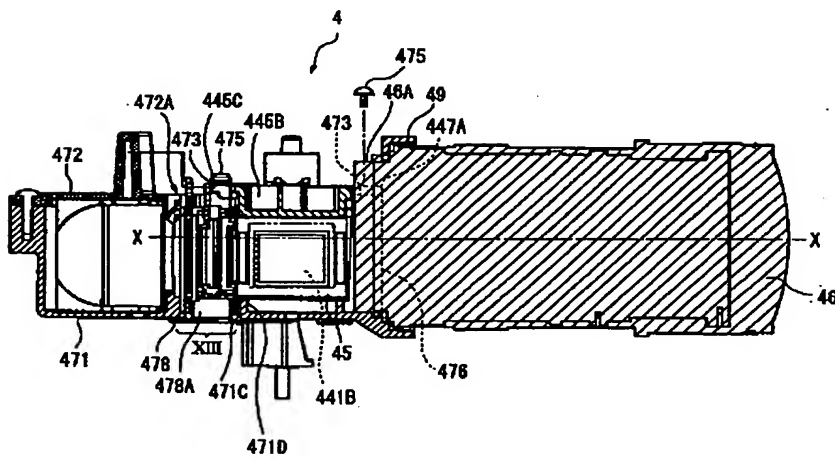


(37)

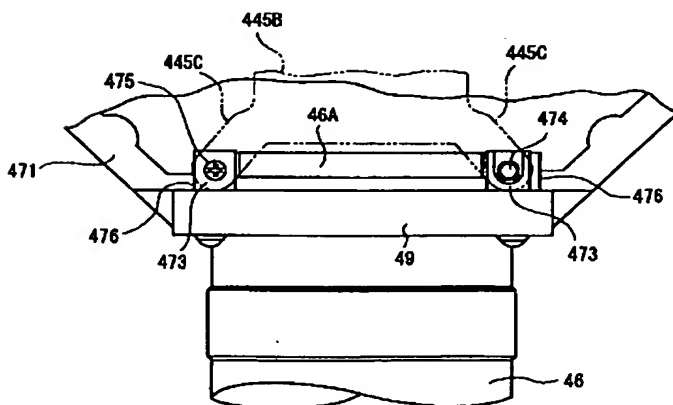
【図 11】



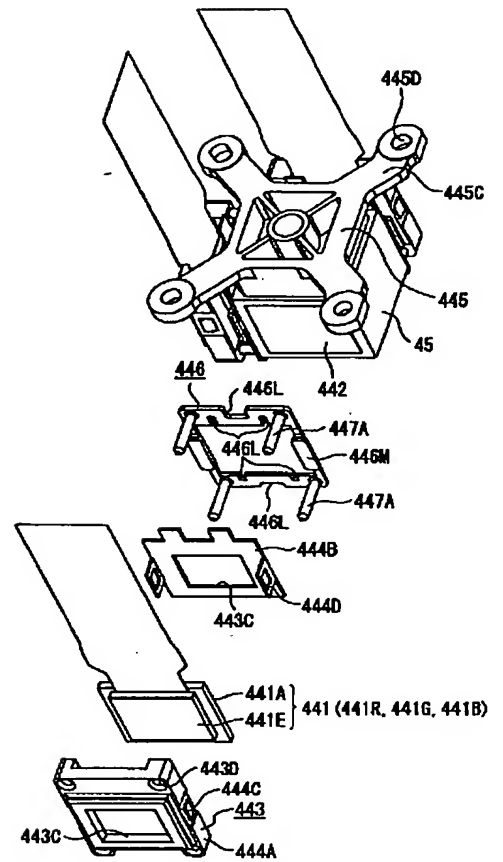
【図 12】



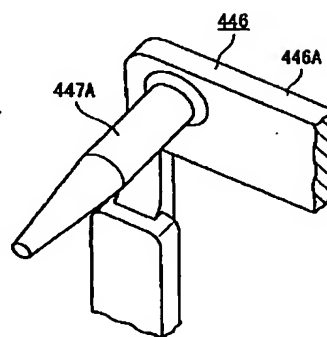
【図 14】



【図 17】

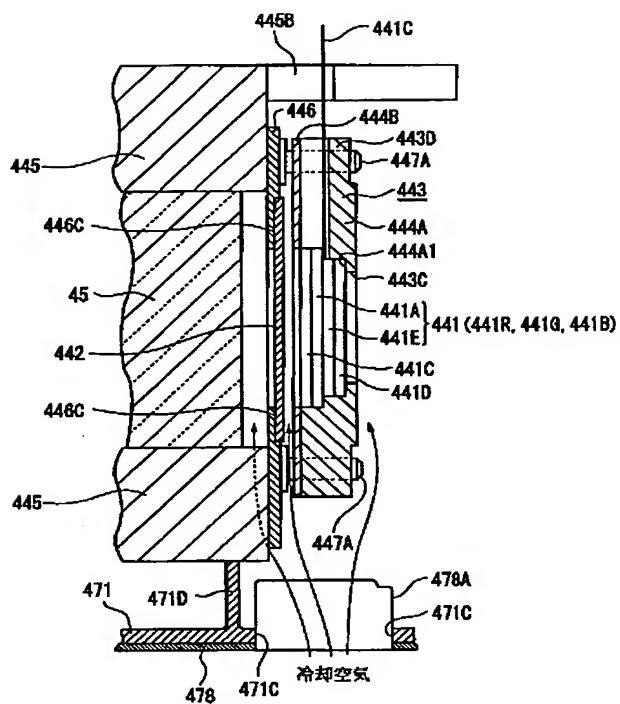


【図 48】

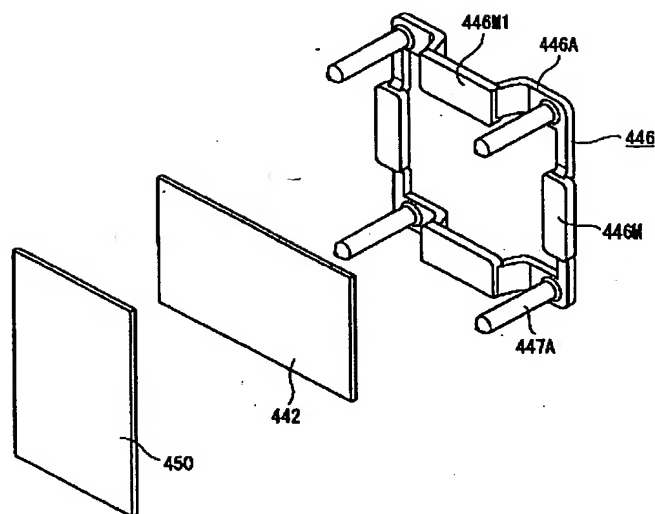


(38)

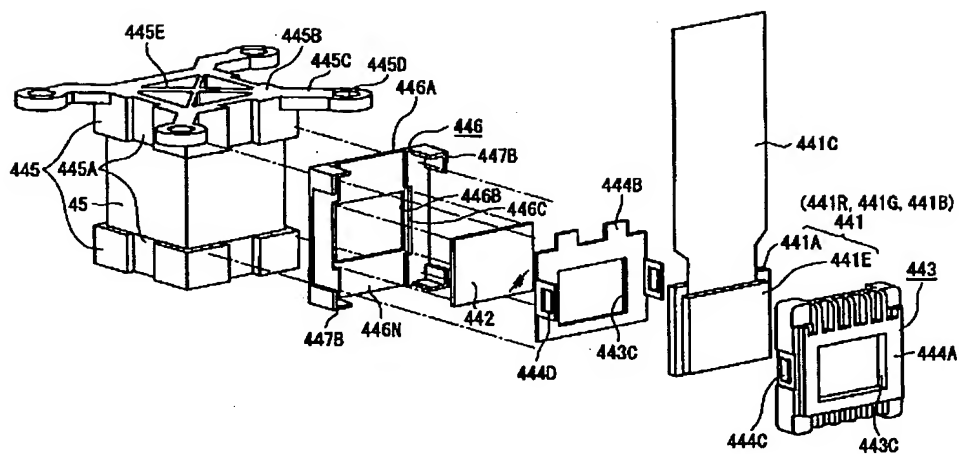
【図13】



【図18】



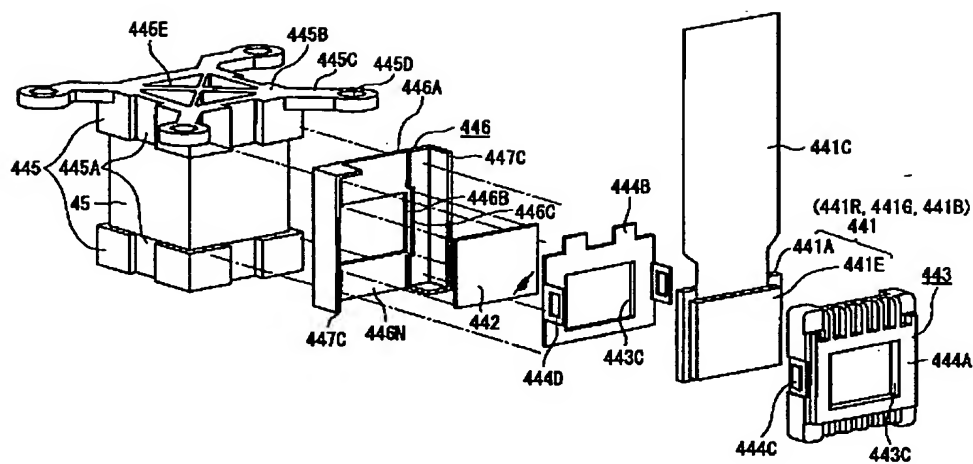
【図15】



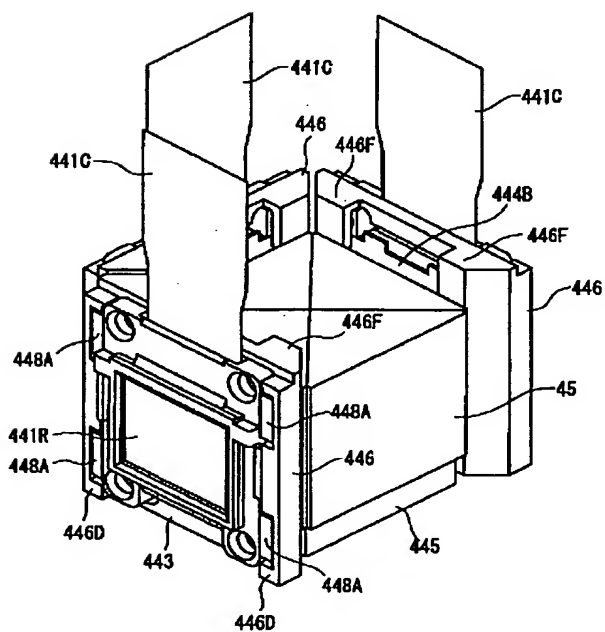


(39)

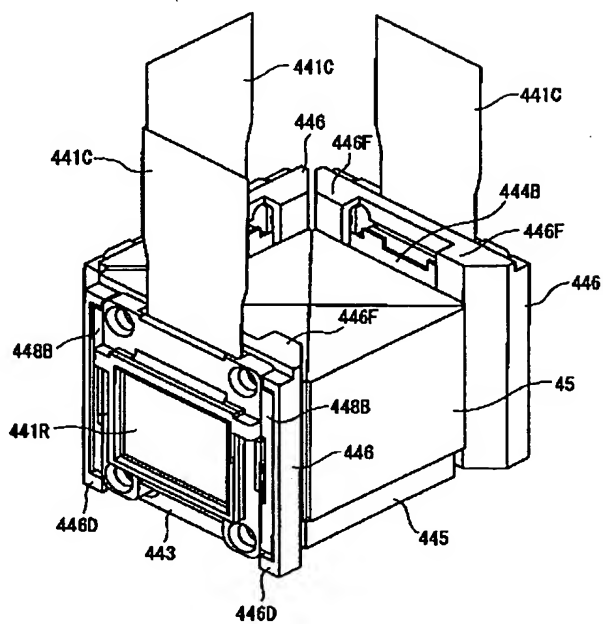
【図16】



【図19】

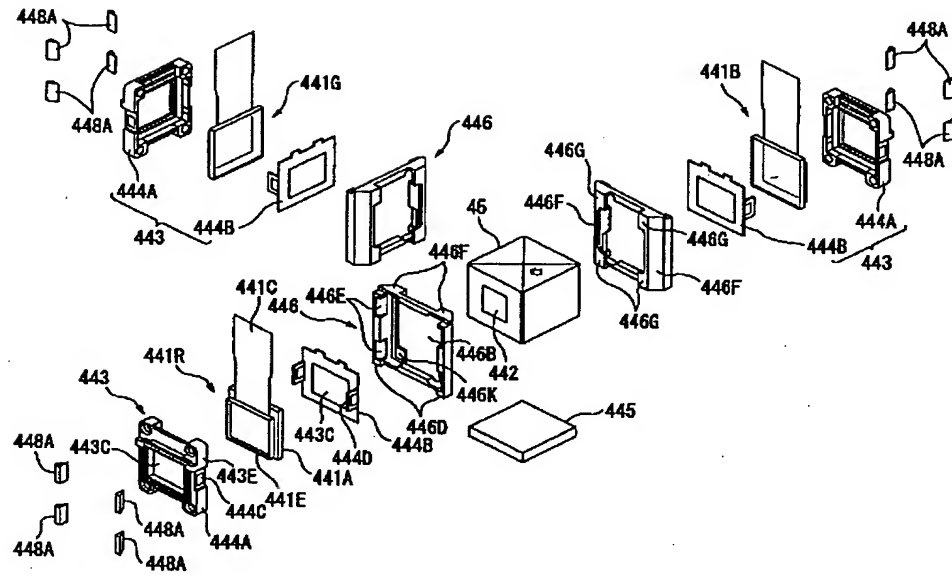


【図22】

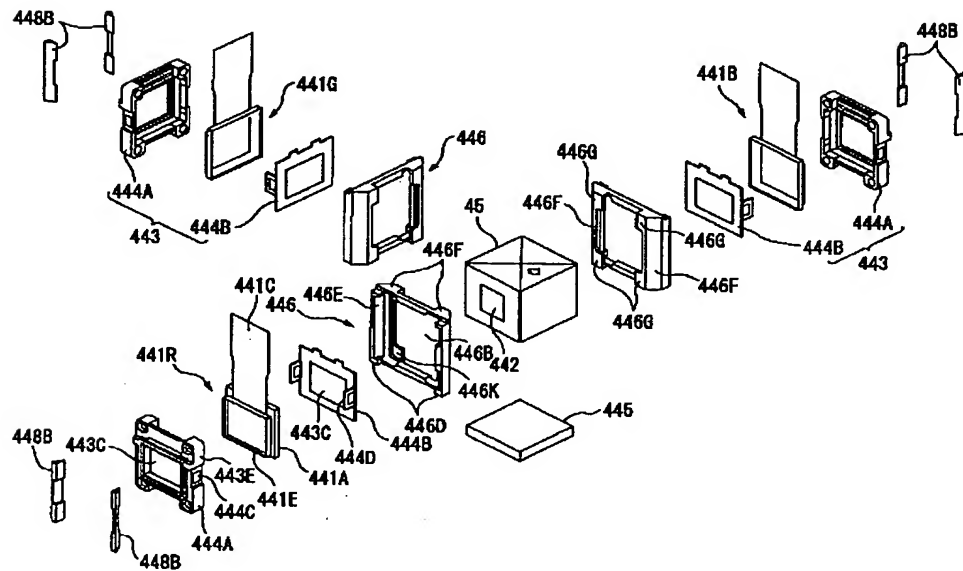


(40)

【図20】



【図23】

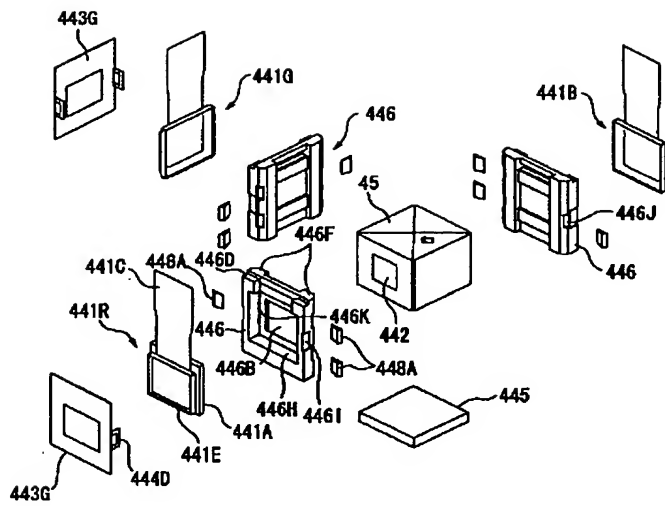




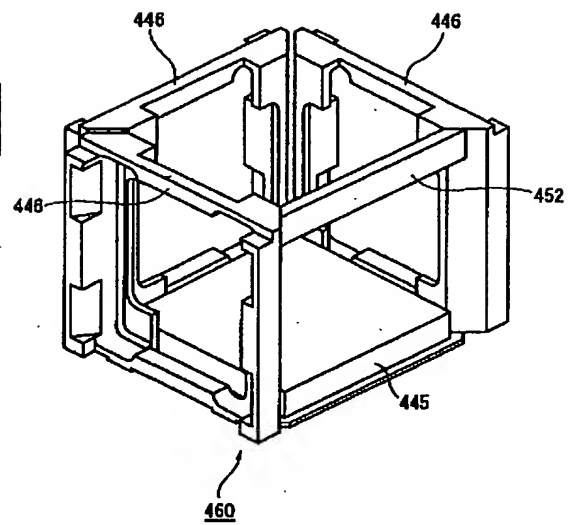


(43)

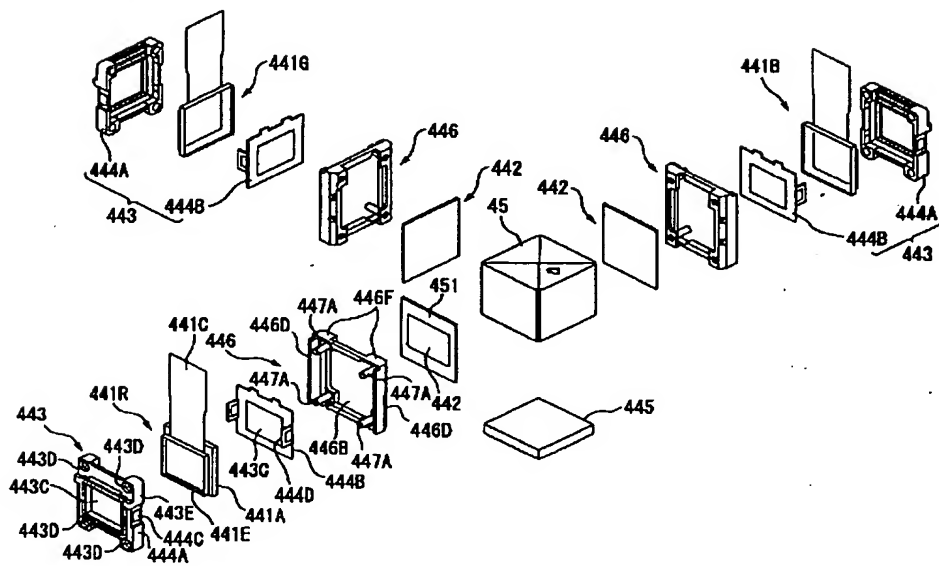
【図 29】



【図 3 5】



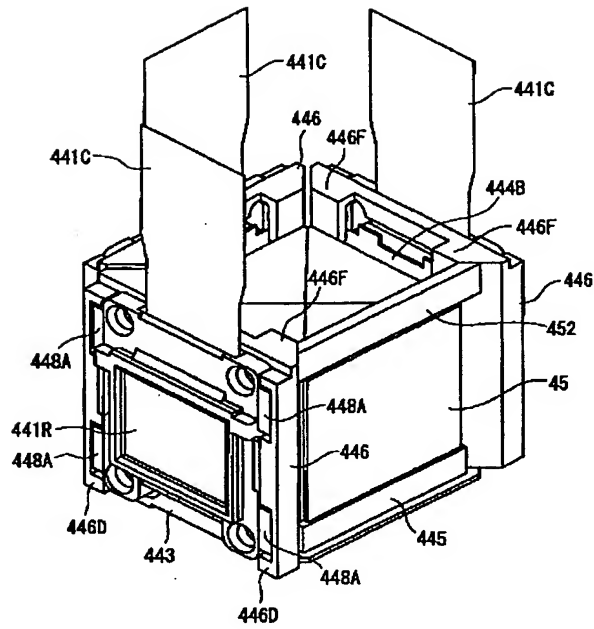
【図 3 1】



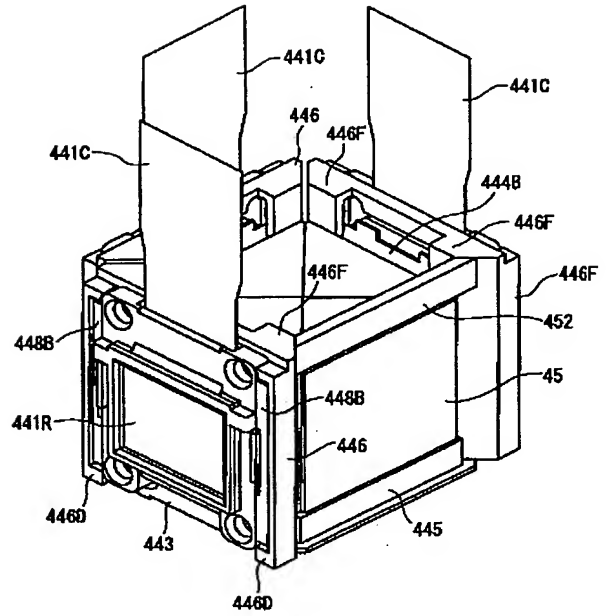


(44)

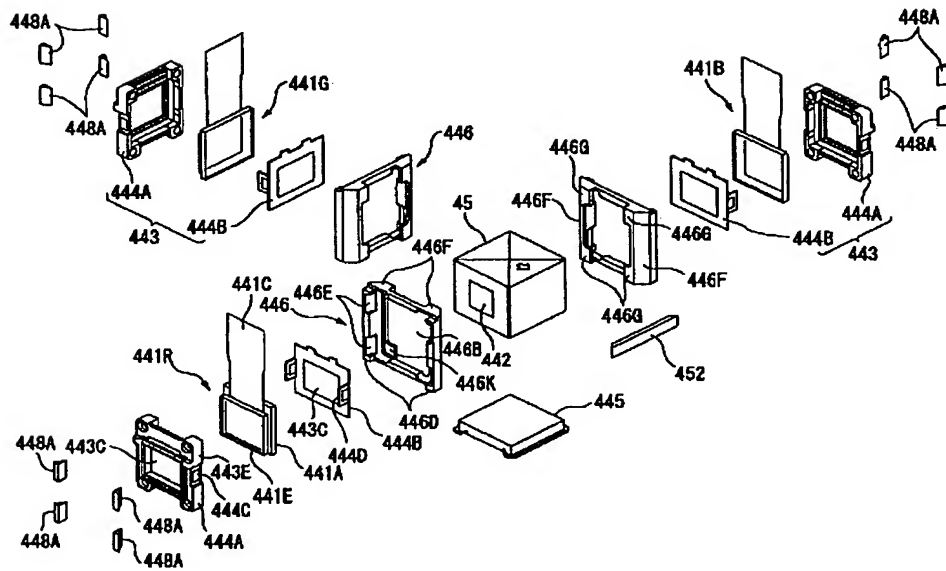
【図33】



【図36】

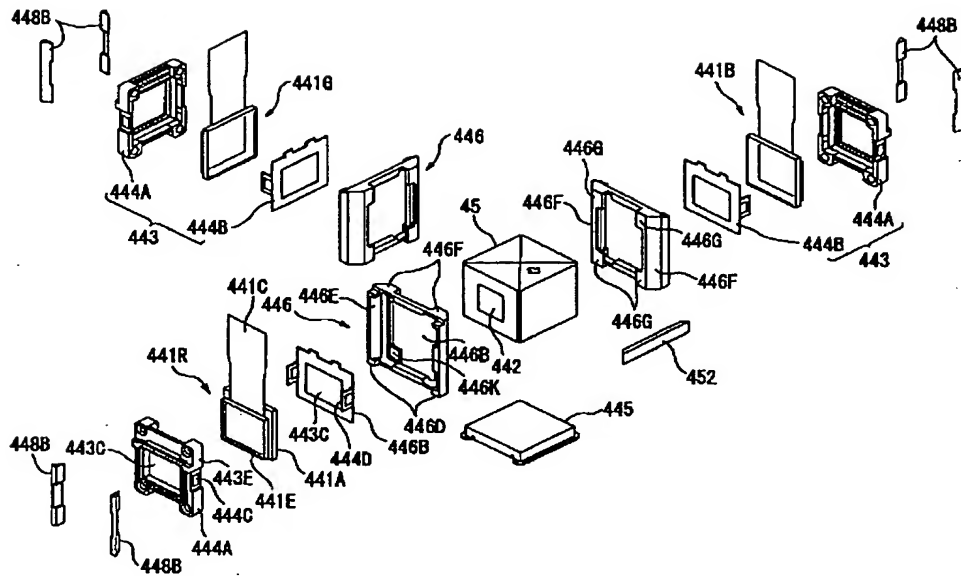


【図34】

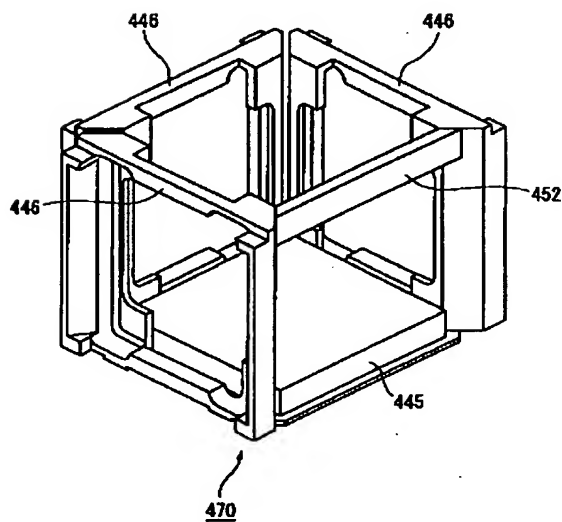


(45)

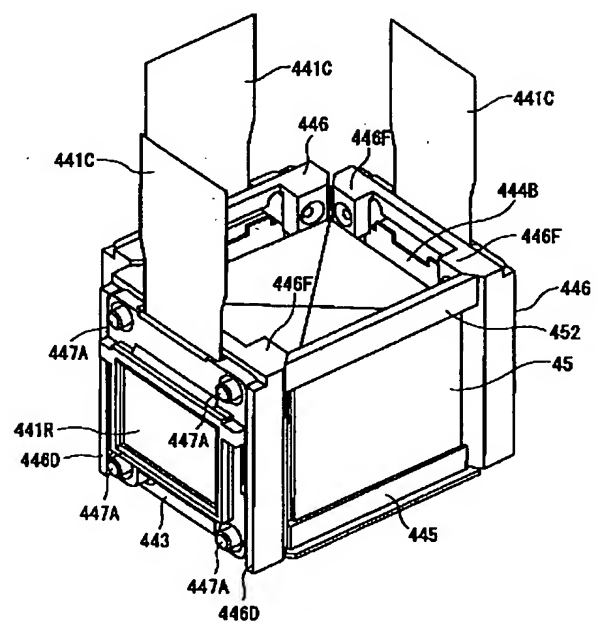
【図37】



【図38】

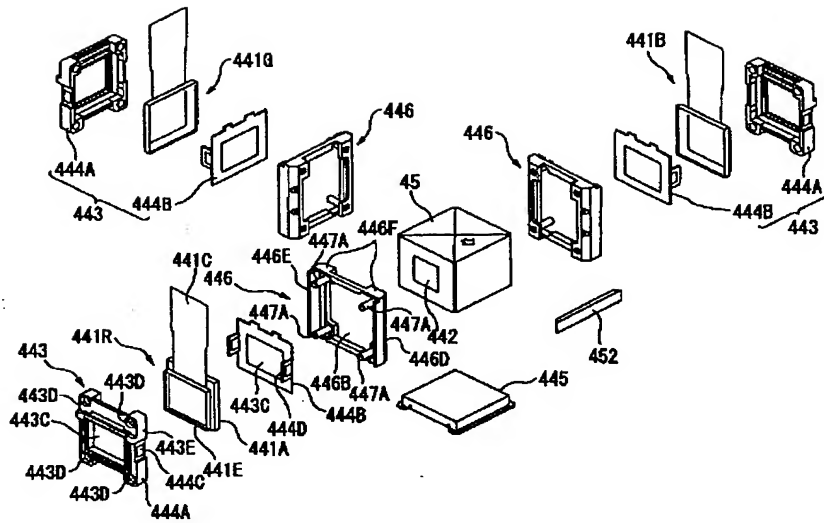


【図39】

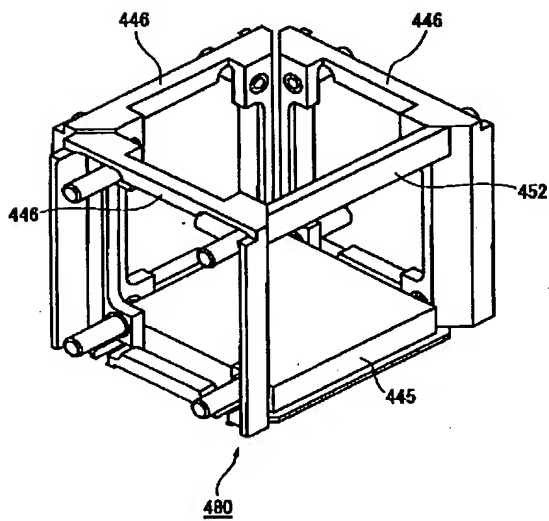


(46)

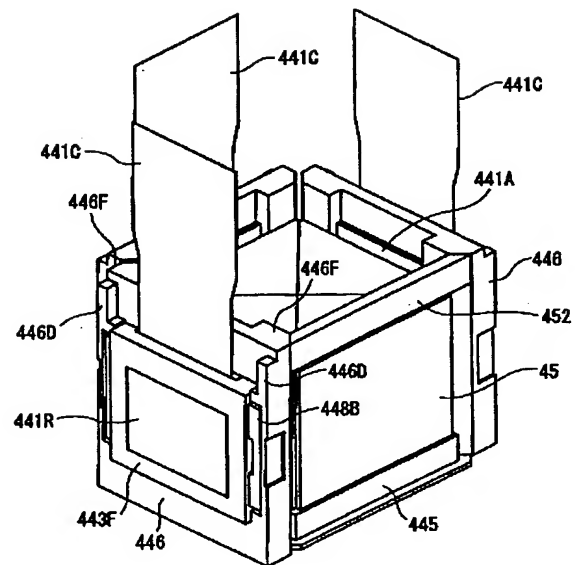
【図40】



【図41】

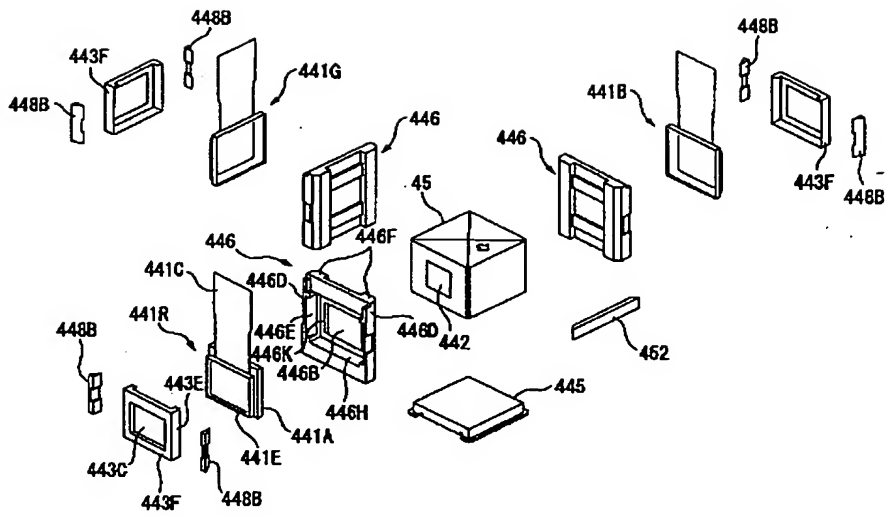


【図42】

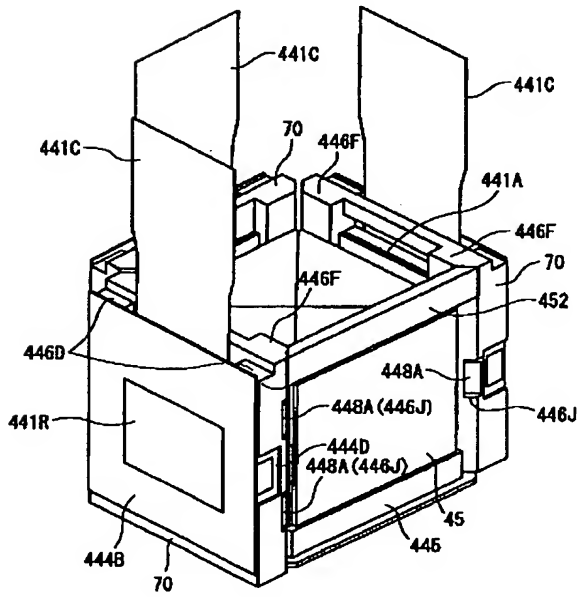


(47)

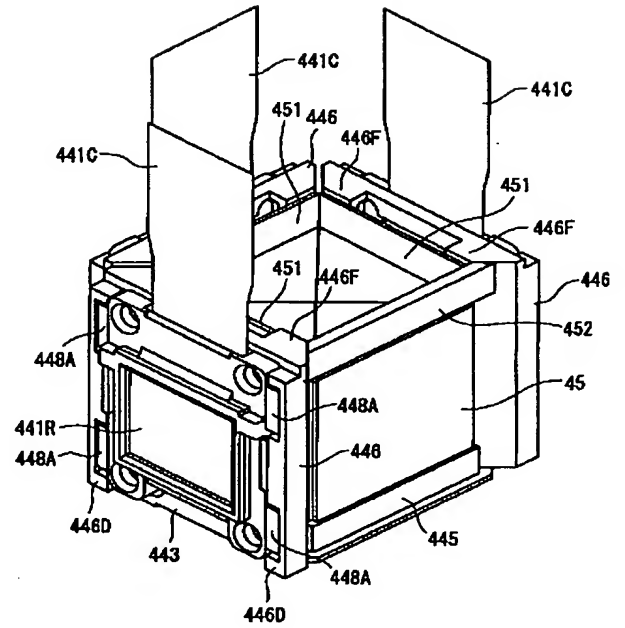
【図43】



【図44】

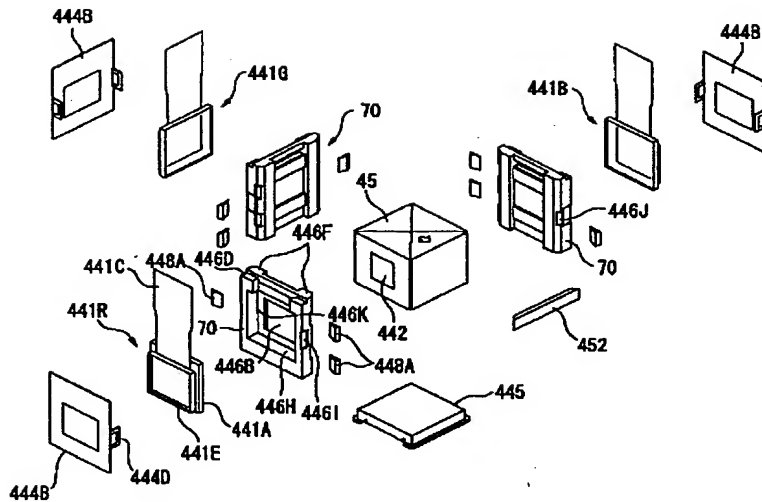


【図46】

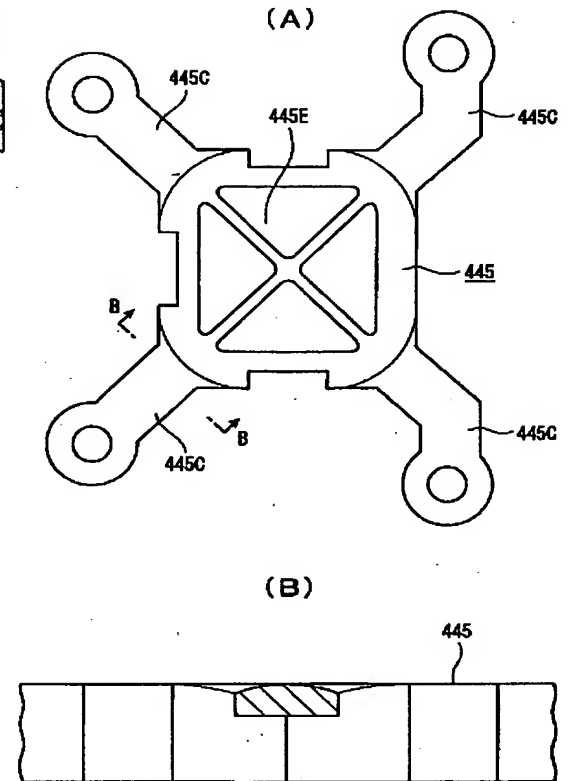


(48)

【図45】



【図49】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 0 3 B 21/00  
21/16

識別記号

F I

G 0 3 B 21/00  
21/16

テーマコード\* (参考)

E

(72) 発明者 上原 太介  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 橋爪 俊明  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 北林 雅志  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 渡辺 信男  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

F ターム (参考) 2H088 EA12 EA19 EA68 HA05 HA10  
HA13 HA23 HA28 KA30 MA01  
MA02 MA04 MA06 MA20  
2H089 HA40 JA10 QA06 QA09 QA11  
TA11 UA05  
2H091 FA21X FA50X FD11 FD13  
LA04 LA11 LA13 LA16 LA18  
MA07  
2K103 AA01 AA05 AA11 AB10 BC08  
CA06 CA25 CA26 CA29 CA75  
DA01 DA05 DA11 DA21



[Name of Document]

SPECIFICATION

[Title of the Invention] OPTICAL DEVICE AND PROJECTOR

[Claims]

[Claim 1] An optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising:

a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of said light modulating devices;

a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element; and

a holding member disposed between said holding frame and a side face of said base;

wherein said base and said holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin;

and wherein said light modulating devices are fixed to a side face of said base by said holding frame and said holding member.

[Claim 2] An optical device according to Claim 1;

wherein the thermal conductivity of said thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

[Claim 3] An optical device according to either Claim 1 or 2,

wherein holes are formed in at least two places of said holding frame;

and wherein said holding member comprises a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the

opening of said holding frame, and protruding portions to be inserted into said holes in said holding frame, provided protruding from said rectangular plate-shaped member.

[Claim 4] An optical device according to either Claim 1 or 2,

wherein said holding member comprises a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of said holding frame, and erected pieces with a general L-shape when viewed from the front, which are positioned at the corner portions of said rectangular plate-shaped member and erected along the edge of said rectangular plate-shaped member, and holds the perimeter of said holding frame.

[Claim 5] An optical device according to Claim 4,

wherein said erected pieces are erected at the four corners of said rectangular plate-shaped member.

[Claim 6] An optical device according to Claim 4,

wherein said erected pieces are provided along at a pair of mutually parallel sides of said rectangular plate-shaped member, having generally the same length as said sides of said rectangular plate-shaped member.

[Claim 7] An optical device according to any of the Claims 1 through 6,

wherein said holding member comprises an engaging groove for engaging with a plate-shaped optical element.

[Claim 8] An optical device according to any of the Claims 1 through 6,

wherein said holding member comprises a supporting face for fixing an optical element.

[Claim 9] An optical device according to any of the Claims 1 through

6,

wherein a first supporting face for fixing a first optical element and a second supporting face for fixing a second optical element are formed on said holding member, and wherein said first supporting face and said second supporting face are configured so that the out-of-plane directional positions differ one from another.

[Claim 10] An optical device according to any of the Claims 1 through 9,

wherein said base has a recessed portion formed at a portion of an end face where said holding member is fixed by adhesion.

[Claim 11] An optical device according to any of the Claims 1 through 10,

wherein said holding frame, said holding member, and said base, are fixed by an adhesive agent having thermal conductivity.

[Claim 12] An optical device according to Claim 11,

wherein said adhesive agent is constituted containing a metal material.

[Claim 13] An optical device according to any of the Claims 1 through 12,

wherein said base is fixed to only one of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element;

wherein a linking member for linking said holding members facing one another is provided near the other of said end faces; and

wherein said linking member is configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

[Claim 14] An optical device according to Claim 13,

wherein at least two of said base, said holding member, and said

linking member, are formed integrally.

[Claim 15] An optical device according to any of the Claims 1 through 14,

wherein said holding frame is configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

[Claim 16] An optical device according to any of the Claims 1 through 15,

wherein said holding frame comprises a recessed frame member for storing said light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing the stored light modulating devices.

[Claim 17] An optical device according to any of the Claims 1 through 16,

wherein said light modulating devices comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of said pair of substrates;

wherein the thermal conductivity of said light-transmitting dust-proof plate is higher than the thermal conductivity of said substrate.

[Claim 18] An optical device according to any of the Claims 1 through 17,

wherein a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of material forming said color synthesizing optical element is provided between said holding member and said base side face, and wherein said light-transmitting plate and said base are joined in a thermally-conductible manner.

[Claim 19] An optical device according to any of the Claims 1 through 18,

wherein said base is connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

[Claim 20] A projector, comprising: an optical device according to any of the Claims 1 through 19; and a projecting lens for projecting images formed by said optical device.

[Claim 21] A projector according to Claim 20,  
comprising an optical parts housing for storing a plurality of optical elements making up an optical system;  
wherein said optical parts housing is configured of thermal-conductive material;  
and wherein said base is fixed to said optical parts housing.

[Claim 22] A projector according to Claim 21,  
wherein said optical device and said optical parts housing are stored in an external case;  
wherein said external case is configured of thermal-conductive material;  
and wherein said optical parts housing is joined with said external case in a thermally-conductible manner.

[Claim 23] An optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising:

a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of said light modulating devices;

a holding member directly fixed to an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element; and

a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of said color

synthesizing optical element;

wherein said base and said holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin;

and wherein said holding frame is directly fixed to said holding member.

[Claim 24] An optical device according to Claim 23;

wherein the thermal conductivity of said thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

[Claim 25] An optical device according to either Claim 23 or 24,

wherein holes are formed in at least two places of said holding frame;

and wherein said holding member comprises a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of said holding frame, and protruding portions to be inserted into said holes in said holding frame, provided protruding from said rectangular plate-shaped member.

[Claim 26] An optical device according to either Claim 23 or 24,

wherein said holding member comprises a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of said holding frame, and erected pieces with a general L-shape when viewed from the front, which are positioned at the corner portions of said rectangular plate-shaped member and erected along the edge of said rectangular plate-shaped member, and holds the perimeter of said holding frame.

[Claim 27] An optical device according to Claim 26,

wherein said erected pieces are erected at the four corners of said rectangular plate-shaped member.

[Claim 28] An optical device according to Claim 26,



wherein said erected pieces are provided along at a pair of mutually parallel sides of said rectangular plate-shaped member, having generally the same length as said sides of said rectangular plate-shaped member.

[Claim 29] An optical device according to any of the Claims 23 through 28,

wherein said holding member comprises a supporting face for fixing an optical element.

[Claim 30] An optical device according to any of the Claims 23 through 28,

wherein a first supporting face for fixing a first optical element and a second supporting face for fixing a second optical element are formed on said holding member, and wherein said first supporting face and said second supporting face are configured so that the out-of-plane directional positions differ one from another.

[Claim 31] An optical device according to any of the Claims 23 through 30,

wherein said color light synthesizing optical element and said base are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 32] An optical device according to any of the Claims 23 through 31,

wherein said color light synthesizing optical element and said holding member are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 33] An optical device according to any of the Claims 23 through 32,

wherein said holding member and said holding frame are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 34] An optical device according to any of the Claims 31

through 33,

wherein said adhesive agent is constituted containing a metal material.

[Claim 35] An optical device according to any of the Claims 23 through 34,

wherein said holding frame is configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

[Claim 36] An optical device according to any of the Claims 23 through 35,

wherein said holding frame comprises a recessed frame member for storing said light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing the stored light modulating devices.

[Claim 37] An optical device according to any of the Claims 23 through 36,

wherein said light modulating devices comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of said pair of substrates;

wherein the thermal conductivity of said light-transmitting dust-proof plate is higher than the thermal conductivity of said substrate.

[Claim 38] An optical device according to any of the Claims 23 through 37,

wherein a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of the material forming said color synthesizing optical element is provided on the light incident end face of said color synthesizing optical element, and wherein said light-transmitting plate and said base are joined in a thermally-conductible manner.

[Claim 39] An optical device according to any of the Claims 23 through 38,

wherein said base is connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

[Claim 40] A projector, comprising: an optical device according to any of the Claims 23 through 39; and a projecting lens for projecting images formed by said optical device.

[Claim 41] A projector according to Claim 40,  
comprising an optical parts housing for storing a plurality of optical elements making up an optical system;

wherein said optical parts housing is configured of thermal-conductive material;

and wherein said base is fixed to said optical parts housing.

[Claim 42] A projector according to Claim 41,  
wherein said optical device and said optical parts housing is stored in an external case;

wherein said external case is configured of thermal-conductive material;

and wherein said optical parts housing is joined with said external case in a thermally-conductible manner.

[Claim 43] An optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising:

a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of said light modulating devices;

a holding member directly fixed to an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element having erected pieces

formed so as to cover the side edge of said holding frame, and supporting pieces for supporting the face of said holding frame at said color synthesizing optical element side;

spacers disposed between said holding frame and said erected piece of said holding member; and

a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element;

wherein said base and said holding member are configured of thermal-conductive metal or thermal-conductive resin;

and wherein said holding frame is fixed to said holding member by said spacers.

[Claim 44] An optical device according to Claim 43;

wherein the thermal conductivity of said thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

[Claim 45] An optical device according to either Claim 43 or 44,

wherein said holding member comprises a protruding portion at a face of contact with said color synthesizing optical element, and wherein a partial gap is formed between said color synthesizing optical element and said holding member by said color synthesizing optical element and said protruding portion.

[Claim 46] An optical device according to any of the Claims 43 through 45,

wherein said color light synthesizing optical element and said base are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 47] An optical device according to any of the Claims 43 through 46,

wherein said color light synthesizing optical element and said

holding member are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 48] An optical device according to any of the Claims 43 through 47,

wherein said holding member and said holding frame are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 49] An optical device according to Claim 48, wherein the gap between said erected piece and said holding frame is filled with a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 50] An optical device according to any of the Claims 46 through 49,

wherein said adhesive agent is constituted containing a metal material.

[Claim 51] An optical device according to any of the Claims 43 through 50,

wherein said holding frame is configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

[Claim 52] An optical device according to any of the Claims 43 through 51,

wherein said holding frame comprises a recessed frame member for storing said light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing the stored light modulating devices.

[Claim 53] An optical device according to any of the Claims 43 through 52,

wherein said light modulating devices comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of said pair of substrates;

and wherein the thermal conductivity of said light-transmitting dust-proof plate is higher than the thermal conductivity of said

substrate.

[Claim 54] An optical device according to any of the Claims 43 through 53,

wherein a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of the material forming said color synthesizing optical element is provided on the light incident end face of said color synthesizing optical element, and wherein said light-transmitting plate and said base are joined in a thermally-conductible manner.

[Claim 55] An optical device according to any of the Claims 43 through 54,

wherein said base is connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

[Claim 56] A projector, comprising: an optical device according to any of the Claims 43 through 55; and a projecting lens for projecting images formed by said optical device.

[Claim 57] A projector according to Claim 56,

comprising an optical parts housing for storing a plurality of optical elements making up an optical system;

wherein said optical parts housing is configured of thermal-conductive material;

and wherein said base is fixed to said optical parts housing.

[Claim 58] A projector according to Claim 57,

wherein said optical device and said optical parts housing are stored in an external case;

wherein said external case is configured of thermal-conductive material;

and wherein said optical parts housing is joined with said external case in a thermally-conductible manner.



[Claim 59] An optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising:

a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of said light modulating devices;

a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element;

a holding member directly fixed to said base, having an erected piece formed so as to cover the side edge of said holding frame, and a supporting piece for supporting the face of said holding frame at the side of said color synthesizing optical element; and

spacers disposed between said holding frame and said erected piece of said holding member;

wherein said base and said holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin;

and wherein said holding frame is fixed to said holding member by said spacers.

[Claim 60] An optical device according to Claim 59;

wherein the thermal conductivity of said thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

[Claim 61] An optical device according to either Claim 59 or 60,

wherein said base has a recessed portion formed at a portion of an end face where said holding member is fixed by adhesion.

[Claim 62] An optical device according to any of the Claims 59

through 61,

wherein said holding frame, said holding member, and said base, are fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 63] An optical device according to Claim 62, wherein the gap between said erected piece and said holding frame is filled with a thermal-conductive adhesive agent.

[Claim 64] An optical device according to Claim 62 or 63, wherein said adhesive agent is constituted containing a metal material.

[Claim 65] An optical device according to any of the Claims 59 through 64,

wherein said base is fixed to only one of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of said color synthesizing optical element;

wherein a linking member for linking said holding members facing one another is provided near the other of said end faces; and

wherein said linking member is configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

[Claim 66] An optical device according to Claim 65, wherein at least two of said base, said holding member, and said linking member, are formed integrally.

[Claim 67] An optical device according to any of the Claims 59 through 66,

wherein said holding frame comprises a recessed frame member for storing said light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing stored light modulating devices.

[Claim 68] An optical device according to any of the Claims 59 through 67,

wherein said light modulating devices comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of said pair of substrates;

and wherein the thermal conductivity of said light-transmitting dust-proof plate is higher than the thermal conductivity of said substrate.

[Claim 69] An optical device according to any of the Claims 59 through 68,

wherein a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of the material forming said color synthesizing optical element is provided on the light incident end face of said color synthesizing optical element, and wherein said light-transmitting plate and said base are joined in a thermally-conductible manner.

[Claim 70] An optical device according to any of the Claims 59 through 69,

wherein said base is connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

[Claim 71] A projector, comprising: an optical device according to any of the Claims 59 through 70; and a projecting lens for projecting images formed by said optical device.

[Claim 72] A projector according to Claim 71, comprising an optical parts housing for storing a plurality of optical elements making up an optical system;

wherein said optical parts housing is configured of thermal-conductive material;

and wherein said base is fixed to said optical parts housing.

[Claim 73] A projector according to Claim 72,

wherein said optical device and said optical parts housing are

stored in an external case;

wherein said external case is configured of thermal-conductive material;

and wherein said optical parts housing is joined with said external case in a thermally-conductible manner.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to an optical device wherein a light modulating device for modulating color light according to image information and a color synthesizing optical element for synthesizing color light modulated by the light modulating device are integrally formed, and to a projector employing the optical device.

[0002]

[Description of the Related Art]

Structures for attaching liquid crystal panels and prisms in a projector are disclosed in, for example, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 2000-221587, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 2000-221588, and so forth. With these publications, liquid crystal panels are stored within a panel frame and attached to a prism, thereby implementing measures to improve the ease-of-assembly and the reliability of this part. Also, cooling of the liquid crystal panel has been of a structure almost completely dependent on an air path for cooling provided between the panel frame and prism.

[0003]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, in recent years, reduction in size and increased luminance of projectors has been propagated, and the thermal density within

devices has increased as compared to conventional arrangements, so heat dissipation measures within the projector, and particularly cooling of the liquid crystal panels cannot be sufficiently carried out with structures primarily depending on only air paths for cooling the liquid crystal panels, and accordingly it has been difficult to fully exhibit the capabilities of the liquid crystal panels.

The present invention has been made to solve the above problems, and accordingly, it is an object thereof to provide an optical device capable of further improvement in cooling capabilities, thereby contributing to reduced size, high luminance, and high reliability, of projectors.

[0004]

[Means for Solving the Problems]

An optical device according to a first aspect of the present invention is an optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising: a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of the light modulating devices; a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element; and a holding member disposed between the holding frame and a side face of the base; wherein the base and the holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin; and wherein the light modulating devices are fixed to a side face of the base by the holding frame and the holding member.

According to such a present invention, the base and the holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin with excellent thermal conductivity, so the heat generated at the light modulating devices can be dissipated through and in the order of the holding member and the base. Accordingly, malfunctions due to high temperatures of the light modulating devices can be prevented, while greatly improving the cooling capabilities of the light modulating devices.

Also, due to improved cooling capabilities of the light modulating devices, light fluxes from the light source can be increased, thereby increasing the brightness of the image projected on a screen.

Further, in the event of using a fan for cooling the optical device, the fan can be reduced in size.

Note that "fixed to the base side face" means that the holding member is fixed to the base side face without position adjusting members such as spacers or pins being introduced therein. Accordingly, cases wherein a sapphire substrate or metal plate or the like for improving thermal dissipation is introduced between the base side face and holding member are also encompassed by the first aspect of the present invention.

[0005]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the thermal conductivity of the thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is preferably  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

According to such a configuration, the heat generated at the light modulating devices can be speedily dissipated through the above heat conducting path. Also, the material of the holding member and the base can be freely set within a range satisfying the conditions of  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher, so materials meeting demands can be used. Accordingly, at

the time of designing the optical device, materials can be optimized according to the demanded capabilities and the like.

[0006]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, holes are preferably formed in at least two places of the holding frame, with the holding member comprising a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of the holding frame, and protruding portions to be inserted into the holes in the holding frame, provided protruding from the rectangular plate-shaped member.

According to such a configuration, the heat of the light modulating devices can escape through the protruding portions, so heat dissipation can be further improved.

[0007]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the holding member preferably comprises a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of the holding frame, and erected pieces with a general L-shape when viewed from the front, which are positioned at the corner portions of the rectangular plate-shaped member and erected extending along the edge of the rectangular plate-shaped member, and holds the perimeter of the holding frame.

According to such a configuration, the heat of the light modulating devices can escape through the L-shaped erected piece, so heat dissipation can be further improved.

[0008]

In this case, the erected pieces are preferably erected at the four corners of the rectangular plate-shaped member.



According to such a configuration, the heat of the light modulating devices can uniformly escape through the erected pieces of the four corners, so the effects of external force applied to the light modulating devices by heat can be alleviated, and accordingly, the light modulating devices can be held in a stable manner.

[0009]

Also, in this case, the erected pieces may be provided along at a pair of mutually parallel sides of the rectangular plate-shaped member, having generally the same length as the sides of the rectangular plate-shaped member.

According to such a configuration, the contact portion between the heat modulating devices and the holding member can be made larger, so heat dissipation capabilities can be further improved.

[0010]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the holding member preferably comprises an engaging groove for engaging with a plate-shaped optical element, or a supporting face for fixing an optical element.

According to such a configuration, the heat of the optical element can be dissipated to the holding member. Accordingly, increased temperature of the optical element can be alleviated, thereby preventing deterioration due to heat.

Also, as for optical elements, polarizing plates, phase difference plates, optically-compensating plates, condenser lenses, and so forth, can be given.

[0011]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, first supporting face for fixing a first optical

element and a second supporting face for fixing a second optical element are preferably formed on the holding member, with the first supporting face and the second supporting face being configured so that the out-of-plane directional positions differ one from another.

According to such a configuration, the heat of the optical element can be dissipated to the holding member. Accordingly, increased temperature of the optical element can be alleviated, thereby preventing deterioration due to heat. Further, the first supporting face and the second supporting face are configured so that the out-of-plane directional positions differ one from another, so multiple optical elements are supported by the holding member at different positions. Accordingly, in the event that a fan is used for cooling the optical elements, an air path is formed between the optical elements, so the optical elements can be efficiently cooled.

Also, as for optical elements, polarizing plates, phase difference plates, optically-compensating plates, condenser lenses, and so forth, can be given.

[0012]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the base preferably has a recessed portion formed at a portion of an end face where the holding member is fixed by adhesion.

According to such a configuration, this recessed portion can be used as a channel for cooling air in the event of using a fan for cooling the optical device. Accordingly, the optical device can be efficiently cooled.

[0013]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the holding frame, the holding member, and the base,

are preferably fixed by an adhesive agent having thermal conductivity. According to such a configuration, adhesive agent introduced between the members assists thermal conduction between the members, so that dissipation capabilities can be further improved.

[0014]

Now, the adhesive agent is preferably constituted containing a metal material. Using such an adhesive agent further promotes thermal conduction between the members, since the metal material in the adhesive agent is sandwiched between the members so as to thermally connect the members.

[0015]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the base is preferably fixed to only one of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element, with a linking member for linking the holding members facing one another being provided near the other of the end faces, the linking member being configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

According to such a configuration, not only heat dissipation from the holding member to the base due to thermal transfer, but also heat dissipation from the holding member to the linking member is enabled. Accordingly, the cooling capabilities of the optical modulating devices can be further improved.

[0016]

Also, at this time, at least two of the base, the holding member, and the linking member, are preferably formed integrally. According to such a configuration, thermal dissipation from the holding member to the base and from the holding member to the linking member becomes smoother,

enabling the cooling capabilities of the optical modulating devices to be further improved.

[0017]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the holding frame is preferably configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

According to such a configuration, the thermal conductivity of the holding frame introduced between the light modulating devices and the holding member can be increased, so heat dissipating capabilities can be further improved.

[0018]

Also, at this time, the holding frame preferably comprises a recessed frame member for storing the light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing stored light modulating devices.

According to such a configuration for the holding frame, the area of contact between the light modulating devices and the holding frame increases. Accordingly, the heat generated at the light modulating devices can be efficiently dissipated to the holding frame, so the cooling efficiency of the light modulating devices can be improved. The area of contact between the light modulating devices and the holding frame increases, so the heat dissipation capabilities can be further improved.

[0019]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, the light modulating devices preferably comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of the pair of substrates, with the thermal conductivity of the light-transmitting dust-proof plate being higher than the thermal

conductivity of the substrate.

Providing this light-transmitting dust-proof plate having higher thermal conductivity to the light modulating devices prevents adhesion of dust to the substrates of the light modulating devices themselves, and also enables heat dissipation from the surface of the light modulating devices, so cooling efficiency of the light modulating devices can be further improved. Accordingly, deterioration in image quality due to dust adhering to the substrates themselves of the light modulating devices, and deterioration in image quality due to deterioration of the capabilities of the light modulating devices due to heat, can be achieved, and the image quality of optical equipment such as a projector employing such an optical device can be improved.

[0020]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of material forming the color synthesizing optical element is preferably provided between the holding member and the base side face, with the light-transmitting plate and the base being joined in a thermally-conductible manner.

According to such a configuration, a more efficient heat conducting path consisting of the holding member, light-transmitting plate, and base, can be configured, so even in the event that the color synthesizing optical element is configured of a material with relatively low thermal conductivity, high thermal discharge capabilities can be maintained. Sapphire, crystal, quartz, or the like, which have higher thermal conductivity than general glass can be used for such a light-transmitting plate.

Further, at this time, the light-transmitting plate and the base

may be joined with a thermal-conducting adhesive agent, or may be joined with a thermal-conducting sheet or spacer members or the like formed of a thermal-conducting material introduced therebetween. Thus, the heat dissipating capabilities of the heat conducting path can be improved by joining the light-transmitting plate and the base with a thermal-conducting adhesive agent or the like having excellent thermal conductivity.

[0021]

With the optical device according to the first aspect of the present invention, preferably the base may be connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

As described above, the heat generated at the light modulating devices is discharged to the base through the holding member. Hence, connecting a heat dissipating device for performing forced cooling to the base enables the cooling efficiency of the light modulating devices to be further improved.

[0022]

The optical device according to the second aspect of the present invention is an optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising: a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of the light modulating devices; a holding member directly fixed to an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element; and a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux

incident end face of the color synthesizing optical element; wherein the base and the holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin; and wherein the holding frame is directly fixed to the holding member.

According to such a present invention, the base and the holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin with excellent thermal conductivity, so the heat generated at the light modulating devices can be dissipated in the order of the holding member, color synthesizing optical element, and the base, thereby greatly improving the cooling capabilities of the light modulating devices.

Further, in the event of using a fan for cooling the optical device, the fan can be reduced in size.

Note that "directly fixed to so-and-so" means that the members are fixed one to another without position adjusting members such as spacers or pins being introduced therebetween. Thus, cases wherein a sapphire substrate or metal plate or the like for improving thermal dissipation is introduced therebetween are also encompassed by the second aspect of the present invention.

[0023]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, a thermal conductivity of the thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is preferably  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

According to such a configuration, the heat generated at the light modulating devices can be speedily dissipated through the above heat conducting path. Also, the material of the holding member and the base can be freely set within a range satisfying the conditions of  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher, so materials meeting demands can be used. Accordingly, at



the time of designing the optical device, materials can be optimized according to the demanded capabilities and the like.

[0024]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, holes are preferably formed in at least two places of the holding frame, with the holding member comprising a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of the holding frame, and protruding portions to be inserted into the holes in the holding frame, provided protruding from the rectangular plate-shaped member.

According to such a configuration, the heat of the light modulating devices can escape through the protruding portions, so heat dissipation can be further improved.

[0025]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, the holding member preferably comprises a rectangular plate-shaped member with an opening formed at a position corresponding to the opening of the holding frame, and erected pieces with a general L-shape when viewed from the front, which are positioned at the corner portions of the rectangular plate-shaped member and erected extending along the edge of the rectangular plate-shaped member, and holds the perimeter of the holding frame.

According to such a configuration, the heat of the light modulating devices can escape through the L-shaped erected piece, so heat dissipation can be further improved.

[0026]

In this case, the erected pieces are preferably erected at the four corners of the rectangular plate-shaped member.

According to such a configuration, the heat of the light modulating devices can uniformly escape through the four erected pieces on the corners, so the effects of external force applied to the light modulating devices by heat can be alleviated, and accordingly, the light modulating devices can be held in a stable manner.

[0027]

Also, in this case, the erected pieces may be provided along a pair of mutually parallel sides of the rectangular plate-shaped member, having generally the same length as the sides of the rectangular plate-shaped member.

According to such a configuration, the contact portion between the heat modulating devices and the holding member can be made larger, so heat dissipation capabilities can be further improved.

[0028]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, the holding member preferably comprises a supporting face for fixing an optical element.

According to such a configuration, the heat of the optical element can be dissipated to the holding member. Accordingly, increased temperature of the optical element can be alleviated, thereby preventing deterioration due to heat.

Also, as for optical elements, polarizing plates, phase difference plates, optically-compensating plates, condenser lenses, and so forth, can be given.

[0029]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, a first supporting face for fixing a first optical element and a second supporting face for fixing a second optical element

are preferably formed on the holding member, with the first supporting face and the second supporting face being configured so that the out-of-plane directional positions differ one from another.

According to such a configuration, the heat of the optical element can be dissipated to the holding member. Accordingly, increased temperature of the optical element can be alleviated, thereby preventing deterioration due to heat. Further, the first supporting face and the second supporting face are configured so that the out-of-plane directional positions differ one from another, so multiple optical elements are supported by the holding member at different positions. Accordingly, in the event that a fan is used for cooling the optical elements, an air path is formed between the optical elements, so the optical elements can be efficiently cooled.

Also, as for optical elements, polarizing plates, phase difference plates, optically-compensating plates, condenser lenses, and so forth, can be given.

[0030]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, the color synthesizing optical element and the base, the color synthesizing optical element and the holding frame, and the holding member and the holding member, are each preferably fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

According to such a configuration, adhesive agent introduced between the members assists thermal conduction between the members, so that dissipation capabilities can be further improved.

Also, in this case, the adhesive agent is preferably constituted containing a metal material. Using such an adhesive agent further promotes thermal conduction between the members, since the metal

material in the adhesive agent is sandwiched between the members so as to thermally connect the members.

[0031]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, the holding frame is preferably configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

According to such a configuration, the thermal conductivity of the holding frame introduced between the light modulating devices and the holding member can be increased, so heat dissipating capabilities can be further improved.

[0032]

Also, at this time, the holding frame preferably comprises a recessed frame member for storing the light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing stored light modulating devices.

According to such a configuration for the holding frame, the area of contact between the light modulating devices and the holding frame increases. Accordingly, the heat generated at the light modulating devices can be efficiently dissipated to the holding frame, so the cooling efficiency of the light modulating devices can be improved.

[0033]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, the light modulating devices preferably comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of the pair of substrates, with the thermal conductivity of the light-transmitting dust-proof plate being higher than the thermal conductivity of the substrate.

Thus, providing the light-transmitting dust-proof plate having higher thermal conductivity to the light modulating devices prevents

adhesion of dust to the substrates of the light modulating devices themselves, and also enables heat dissipation from the surface of the light modulating devices, so cooling efficiency of the light modulating devices can be further improved. Accordingly, deterioration in image quality due to dust adhering to the substrates themselves of the light modulating devices, and deterioration in image quality due to deterioration of the capabilities of the light modulating devices due to heat, can be achieved, and the image quality of optical equipment such as a projector employing such an optical device can be improved.

[0034]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of the material forming the color synthesizing optical element is preferably provided on the light incident end face of the color synthesizing optical element, with the light-transmitting plate and the base being joined in a thermally-conductible manner.

According to such a configuration, a more efficient heat conducting path consisting of the holding member, light-transmitting plate, and base, can be configured, so even in the event that the color synthesizing optical element is configured of a material with relatively low thermal conductivity, high thermal dissipation capabilities can be maintained. Sapphire, crystal, quartz, or the like, which have higher thermal conductivity than general glass can be used for such a light-transmitting plate.

Further, at this time, the light-transmitting plate and the base may be joined with a thermal-conducting adhesive agent, or may be joined with a thermal-conducting sheet or spacer members or the like formed of a thermal-conducting material introduced therebetween. Thus, the heat

- 32 -

dissipating capabilities of the heat conducting path can be improved by joining the light-transmitting plate and the base with a thermal-conducting adhesive agent or the like having excellent thermal conductivity.

[0035]

With the optical device according to the second aspect of the present invention, the base is preferably connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

As described above, the heat generated at the light modulating devices is discharged to the base through the holding member. Hence, connecting a heat dissipating device for performing forced cooling to the base enables the cooling efficiency of the light modulating devices to be further improved.

[0036]

The optical device according to the third aspect of the present invention is an optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising: a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of the light modulating devices; a holding member directly fixed to an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element having erected pieces formed so as to cover the side edge of the holding frame, and supporting pieces for supporting the face of the holding frame at the color synthesizing optical element side; spacers disposed between the holding frame and the erected piece of the holding member; and a base fixed to

at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element; wherein the base and the holding member are configured of thermal-conductive metal or thermal-conductive resin; and wherein the holding frame is fixed to the holding member by the spacers.

[0037]

According to this, the holding member and the base are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin with excellent thermal conductivity, so the heat generated at the light modulating devices can be dissipated in the order of the holding member and the base so as to escape, thereby greatly improving the cooling capabilities of the light modulating devices.

Further, in the event of using a fan for cooling the optical device, the fan can be reduced in size.

Note that "directly fixed to so-and-so" means that the members are fixed one to another without position adjusting members such as spacers or pins being introduced therebetween. Thus, cases wherein a sapphire substrate or metal plate or the like for improving thermal dissipation is introduced therebetween are also encompassed by the third aspect of the present invention.

[0038]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, the thermal conductivity of the thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is preferably  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

According to such a configuration, the heat generated at the light modulating devices can be speedily dissipated through the above heat conducting path. Also, the material of the holding member and the base can be freely set within a range satisfying the conditions of  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

or higher, so materials meeting demands can be used. Accordingly, at the time of designing the optical device, materials can be optimized according to the demanded capabilities and the like.

[0039]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, the holding member preferably comprises a protruding portion at a face of contact with the color synthesizing optical element, with a partial gap being formed between the color synthesizing optical element and the holding member by the color synthesizing optical element and the protruding portion.

According to such a configuration, the gap forms an air path for cooling the light modulating devices and the optical elements such as the polarizing plate and the like disposed in the vicinity thereof, so deterioration of the light modulating devices and the optical elements disposed in the vicinity thereof due to heat can be prevented, thereby contributing to improved image quality.

[0040]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, the color synthesizing optical element and the base, the color synthesizing optical element and the holding member, and the holding member and the holding frame, are each preferably fixed by a thermal-conductive adhesive agent.

According to such a configuration, adhesive agent introduced between the members assists thermal conduction between the members, so that dissipation capabilities can be further improved.

[0041]

Also, in the event that the holding member and the holding frame are fixed by a thermal-conductive adhesive agent, the gap between the



erected piece and the perimeter of the holding frame is preferably filled with a thermal-conductive adhesive agent.

According to such a configuration, the area of connection between the holding frame and holding member is widened, so the heat generated at the light modulating devices can be speedily dissipated to the holding member, further improving the cooling efficiency of the light modulating devices.

[0042]

Also, in this case, the thermal-conductive adhesive agent is preferably constituted containing a metal material. Using such an adhesive agent further promotes thermal conduction between the members, since the metal material in the adhesive agent is sandwiched between the members so as to thermally connect the members.

[0043]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, the holding frame is preferably configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

According to such a configuration, the thermal conductivity of the holding frame introduced between the light modulating devices and the holding member can be increased, so heat dissipating capabilities can be further improved.

[0044]

Also, at this time, the holding frame preferably comprises a recessed frame member for storing the light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing stored light modulating devices.

According to such a configuration for the holding frame, the area of contact between the light modulating devices and the holding frame increases. Accordingly, the heat generated at the light modulating

devices can be efficiently dissipated to the holding frame, so the cooling efficiency of the light modulating devices can be improved.

[0045]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, the light modulating devices preferably comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of the pair of substrates, with the thermal conductivity of the light-transmitting dust-proof plate being higher than the thermal conductivity of the substrate.

Thus, providing the light-transmitting dust-proof plate having higher thermal conductivity to the light modulating devices prevents adhesion of dust to the substrates of the light modulating devices themselves, and also enables heat dissipation from the surface of the light modulating devices, so cooling efficiency of the light modulating devices can be further improved. Accordingly, deterioration in image quality due to dust adhering to the substrates themselves of the light modulating devices, and deterioration in image quality due to deterioration of the capabilities of the light modulating devices due to heat, can be achieved, and the image quality of optical equipment such as a projector employing such an optical device can be improved.

[0046]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of the material forming the color synthesizing optical element is preferably provided on the light incident end face of the color synthesizing optical element, with the light-transmitting plate and the base being joined in a thermally-conductible manner.

According to such a configuration, a more efficient heat conducting

path consisting of the holding member, light-transmitting plate, and base, can be configured, so even in the event that the color synthesizing optical element is configured of a material with relatively low thermal conductivity, high thermal dissipation capabilities can be maintained. Sapphire, crystal, quartz, or the like, which have higher thermal conductivity than general glass can be used for such a light-transmitting plate.

Further, at this time, the light-transmitting plate and the base may be joined with a thermal-conducting adhesive agent, or may be joined with a thermal-conducting sheet or spacer members or the like formed of a thermal-conducting material introduced therebetween. Thus, the heat dissipating capabilities of the heat conducting path can be improved by joining the light-transmitting plate and the base with a thermal-conducting adhesive agent or the like having excellent thermal conductivity.

[0047]

With the optical device according to the third aspect of the present invention, the base is preferably connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

As described above, the heat generated at the light modulating devices is discharged to the base through the holding member. Hence, connecting a heat dissipating device for performing forced cooling to the base enables the cooling efficiency of the light modulating devices to be further improved.

[0048]

The optical device according to the fourth aspect of the present invention is an optical device integrally provided with a plurality of light modulating devices for modulating a plurality of color lights for

each color light according to image information, and a color synthesizing optical element for synthesizing each color light modulated at the light modulating devices, comprising: a holding frame for holding the light modulating devices, having an opening for a portion corresponding to an image formation region of the light modulating devices; a base fixed to at least one end of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element; a holding member directly fixed to the base, having an erected piece formed so as to cover the side edge of the holding frame, and a supporting piece for supporting the face of the holding frame at the side of the color synthesizing optical element; and spacers disposed between the holding frame and the erected piece of the holding member; wherein the base and the holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin; and wherein the holding frame is fixed to the holding member by the spacers.

According to such a present invention, the base and the holding member are configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin having excellent thermal conductivity, so the heat generated at the light modulating devices can be dissipated in the order of the holding member and the base so as to escape. Accordingly, malfunctions due to high temperatures of the light modulating devices can be prevented, while greatly improving the cooling capabilities of the light modulating devices.

Also, due to improved cooling capabilities of the light modulating devices, light fluxes from the light source can be increased, thereby increasing the brightness of the image projected on a screen.

Further, in the event of using a fan for cooling the optical device, the fan can be reduced in size.

Note that "fixed to the base side face" means that the holding member is fixed to the base side face without position adjusting members such as spacers or pins being introduced therein. Accordingly, cases wherein a sapphire substrate or metal plate or the like for improving thermal dissipation is introduced between the base side face and holding member are also encompassed by the first aspect of the present invention.

[0049]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, the thermal conductivity of the thermal-conductive metal or thermal-conductive resin is preferably  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher.

According to such a configuration, the heat generated at the light modulating devices can be speedily dissipated through the above heat conducting path. Also, the material of the holding member and the base can be freely set within a range satisfying the conditions of  $3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  or higher, so materials meeting demands can be used. Accordingly, at the time of designing the optical device, materials can be optimized according to the demanded capabilities and the like.

[0050]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, preferably the base has a recessed portion formed at a portion of an end face where the holding member is fixed by adhesion.

According to such a configuration, in the event that a fan is used for cooling the optical device, this recessed portion can be used as an air path for cooling air. Accordingly, the optical device can be efficiently cooled.

[0051]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, the holding frame, the holding member, and the base,

are each preferably fixed by a thermal-conductive adhesive agent. According to such a configuration, adhesive agent introduced between the members assists thermal conduction between the members, so that dissipation capabilities can be further improved.

[0052]

Also, in this case, the gap between the erected piece and the holding frame is preferably filled with a thermal-conductive adhesive agent. According to such a configuration, the area of connection between the holding frame and holding member is widened, so the heat generated at the light modulating devices can be speedily dissipated to the holding member, further improving the cooling efficiency of the light modulating devices.

[0053]

Here, the adhesive agent is preferably constituted containing a metal material. Using such an adhesive agent further promotes thermal conduction between the members, since the metal material in the adhesive agent is sandwiched between the members so as to thermally connect the members.

[0054]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, the base is preferably fixed to only one of a pair of end faces intersecting with an optical flux incident end face of the color synthesizing optical element, with a linking member for linking the holding members facing one another being provided near the other of the end faces, and the linking member being configured of a thermal-conductive metal or thermal-conductive resin.

According to such a configuration, not only heat dissipation from the holding member to the base due to thermal transfer, but also heat

dissipation from the holding member to the linking member is enabled. Accordingly, the cooling capabilities of the optical modulating devices can be further improved.

[0055]

Also, at this time, at least two of the base, the holding member, and the linking member, are preferably formed integrally. According to such a configuration, thermal dissipation from the holding member to the base and from the holding member to the linking member becomes smoother, enabling the cooling capabilities of the optical modulating devices to be further improved.

[0056]

Also, at this time, the holding frame preferably comprises a recessed frame member for storing the light modulating devices, and a supporting plate for pressing and fixing stored light modulating devices.

According to such a configuration of the holding frame, the area of contact between the light modulating devices and the holding frame increases. Accordingly, the heat generated at the light modulating devices can be efficiently dissipated to the holding frame, so the cooling efficiency of the light modulating devices can be improved.

[0057]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, the light modulating devices preferably comprise a pair of substrates, and a light-transmitting dust-proof plate fixed to at least one of the pair of substrates, with the thermal conductivity of the light-transmitting dust-proof plate being higher than the thermal conductivity of the substrate.

Thus, providing the light-transmitting dust-proof plate having higher thermal conductivity to the light modulating devices prevents

adhesion of dust to the substrates of the light modulating devices themselves, and also enables heat dissipation from the surface of the light modulating devices, so cooling efficiency of the light modulating devices can be further improved. Accordingly, deterioration in image quality due to dust adhering to the substrates themselves of the light modulating devices, and deterioration in image quality due to deterioration of the capabilities of the light modulating devices due to heat, can be achieved, and the image quality of optical equipment such as a projector employing such an optical device can be improved.

[0058]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, a light-transmitting plate with higher thermal conductivity than that of the material forming the color synthesizing optical element is preferably provided on the light incident end face of the color synthesizing optical element, with the light-transmitting plate and the base being joined in a thermally-conductible manner.

According to such a configuration, a more efficient heat conducting path consisting of the holding member, light-transmitting plate, and base, can be configured, so even in the event that the color synthesizing optical element is configured of a material with relatively low thermal conductivity, high thermal discharge capabilities can be maintained. Sapphire, crystal, quartz, or the like, which have higher thermal conductivity than general glass can be used for such a light-transmitting plate.

Further, at this time, the light-transmitting plate and the base may be joined with a thermal-conducting adhesive agent, or may be joined with a thermal-conducting sheet or spacer members or the like formed of a thermal-conducting material introduced therebetween. Thus, the heat



dissipating capabilities of the heat conducting path can be improved by joining the light-transmitting plate and the base with a thermal-conducting adhesive agent or the like having excellent thermal conductivity.

[0059]

With the optical device according to the fourth aspect of the present invention, the base is preferably connected to a heat dissipating device for performing forced cooling.

As described above, the heat generated at the light modulating devices is discharged to the base through the holding member. Hence, connecting a heat dissipating device for performing forced cooling to the base enables the cooling efficiency of the light modulating devices to be further improved.

[0060]

The optical devices according to the first through fourth aspects of the present invention described above may be employed in a projector comprising a projecting lens for projecting images formed by the optical device. Employing the optical device according to the present invention in such a projector improves cooling capabilities of light modulating devices, so malfunctions due to high temperatures of the light modulating devices can be prevented, and accordingly, high image quality can be maintained. Also, light fluxes from the light source can be increased, thereby enabling increasing the brightness of the image projected on a projecting face such as a screen. Further, in the event of using a fan for cooling the optical device, the fan can be reduced in size, so the size of the projector can be reduced, as well.

[0061]

Further, in the event that the projector comprises an optical parts

housing for storing a plurality of optical elements making up an optical system, the optical parts housing is preferably configured of thermal-conductive material, and the base fixed to the optical parts housing. Further, in the event that the optical device and the optical parts housing are stored in an external case, the external case is preferably configured of thermal-conductive material, with the optical parts housing being joined with the external case in a thermally-conductible manner. According to such a configuration, the heat reaching the base through the holding member can be dissipated by thermal conduction to the optical parts housing, and in some instances, sequentially to the external case, so the cooling capabilities of the light modulating devices can be greatly improved. Accordingly, the cooling capabilities of the light modulating devices within the device are greatly improved, thereby achieving reduced size, high luminance, and high reliability, of projectors.

[0062]

[Description of the Embodiments]

<First Embodiment>

The first embodiment according to the present invention will be described below with reference to the drawings.

(1. Primary Construction of Projector)

Fig. 1 is an overall perspective view of a projector 1 according to the first embodiment as viewed from above, Fig. 2 is an overall perspective view of the projector 1 as viewed from below, and Fig. 3 through Fig. 5 are perspective views of the interior of the projector 1. Specifically, Fig. 3 is a diagram wherein an upper case 21 of the projector 1 has been removed from the state shown in Fig. 1, Fig. 4 is a diagram with a shield plate 80, driver board 90, and upper housing 472

removed from the state shown in Fig. 3 as viewed from the rear side, and Fig. 5 is a diagram wherein an optical unit 4 has been removed from the state shown in Fig. 4. The parts 4, 21, 80, 90, and 472, which make up the projector, will be described below in detail.

[0063]

In Fig. 1 through Fig. 5, the projector 1 has an external case 2, an electric power source unit 3 stored in the external case 2, and an optical unit 4 disposed in the external case 2 as well, having a U-shaped form on the flat, with an overall generally rectangular parallelepiped shape.

[0064]

The external case 2 is configured of an upper case 21 and a lower case 23, each formed of a thermal conductive material. The cases 21 and 23 are mutually fixed by screws.

Now, examples of thermal-conductive materials configuring the external case 2 include lightweight and superbly thermal-conductive metals such as Al, Mg, Ti, alloys thereof, carbon steel, brass, stainless steel, and so forth, or resins with carbon filler such as carbon fiber, carbon nano-tubes, etc., mixed in (polycarbonate, polyphenylene sulfide, liquid crystal resin, or the like).

Also, the external case does not need to be made all of the same material, and arrangements may be made wherein a part of the external case is formed of resin and the other part formed of metal. For example, the upper case 21 may be formed of resin, and the lower case formed of metal.

[0065]

The upper case 21 is formed of an upper portion 211, a side portion 212 provided on the perimeter thereof, a back portion 213, and a front

portion 214.

A lamp cover 24 is detachably attached to the front side of the upper portion 211, by fitting in. Also, a notch portion 211A is provided to the side of the lamp cover 24 at the upper portion 211 with the upper portion of a projecting lens 46 exposed therefrom, so that zoom operation and focusing operation of the projecting lens 46 can be performed manually by levers. An operating panel 25 is provided at the back side of the notch portion 211A.

The front portion 214 has a round hole opening 212A which connects to the notch portion 211A of the upper case 21, and the projecting lens 46 is positioned corresponding to the round hole opening 212A. A vent 212B formed to the lower case 23 side is positioned at the opposite side of the round hole opening 212A on the front portion 214. The vent 212B is positioned to the front of the internal electric power source unit 3. A venting louver 26 is provided which vents cooling air to the direction away from the image projection region, i.e., to the left side in Fig. 1, and also has light shielding functions (the venting louver 26 is actually attached to the lower case 23).

[0066]

The lower case 23 is formed of a bottom portion 231 and a side portion 232 and a back portion 233 provided on the perimeter thereof.

A position adjusting groove 27 for performing positioning of the projected image by adjusting the inclination of the entire projector 1 is provided at the front side of the bottom portion 231. Also, a position adjusting mechanism 28 for adjusting the inclination of the projector 1 in a different direction is provided at one corner portion of the rear side of the bottom portion 231, with a rear foot 231A provided at the other corner. Note that the rear foot 231A is not

capable of positional adjustment. Further, an air inlet 231B for cooling air is provided on the bottom portion 231.

An attaching portion 232A for rotatably attaching a horseshoe-shaped handle 29 is provided to the other side portion 232.

[0067]

Side feet 2A (Fig. 2) which serve as feet in the event of standing the projector 1 up with the handle 29 on the top are provided to the side portions 212 and 232 of the upper case 21 and the lower case 23, on one side of such an external case 2.

Also, provided on the back side for the external case 2 is an interface portion 2B which opens straddling the back portion 213 of the upper case 21 and the back portion 233 of the lower case 23, with an interface cover 215 being provided within this interface portion 2B, and an interface board, which is omitted in the drawings, having various types of connectors mounted thereupon being positioned on the inner side of the interface cover 215. Speaker holes 2C and an air inlet 2D are provided to the left and right sides of the interface portion 2B, straddling the back portions 213 and 233. Of these, the air inlet 2D is positioned at the back of the internal electric power source unit 3.

[0068]

The electric power source unit 3 is configured of an electric power source 31 and a lamp driving circuit (ballast) 32 disposed to the side of the electric power source 31, as shown in Fig. 4.

The electric power source 31 supplies electric power supplied through an electric power source cable to the lamp driving circuit 32 and driver board 90 (Fig. 3) and so forth, and comprises an inlet connector 33 (Fig. 2) where the electric power source cable is plugged in.

The lamp driving circuit 32 supplies electric power to a light source lamp 411 of the optical unit 4.

[0069]

The optical unit 4 is a unit for optically processing light flux emitted from the light source lamp 411 and forming an optical image corresponding to image information, as shown in Fig. 4, Fig. 6, and Fig. 7, and comprises an integrator illumination optical system 41, a color separating optical system 42, a relay optical system 43, an electric optical device 44, a cross-dichroic prism 45 serving as a color synthesizing optical system (Fig. 7), and a projecting lens 46 serving as a projecting optical system.

[0070]

The electric power source unit 3 and the optical unit 4 are surrounded by an aluminum shield plate 80 (Fig. 3 and Fig. 5), including above and below, and accordingly electromagnetic noise is prevented from leaking out externally from the electric power source unit 3 or the like.

[0071]

## (2. Detailed Configuration of Optical System)

In Fig. 4 and Fig. 7, the integrator illumination optical system 41 is an optical system acting so as to approximately uniformly illuminate the image forming area of the three liquid crystal panels 441 (liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B denoted for each color light red, green, and blue) making up the electric optical device 44, and comprises a light source device 413, a first lens array 418, a second lens array 414 including a UV filter, a polarization converting element 415, a first condenser lens 416, a reflecting mirror 424, and a second condenser lens 419.

[0072]

Of these, the light source device 413 has a light source lamp 411 serving as an radial light source for emitting radial light rays, and a reflector 412 for reflecting the radial light emitted from the light source lamp 411. As for the light source lamp 411, halogen lamps, metal-halide lamps, or high-pressure mercury lamps are often used. A paraboloid mirror is used for the reflector 412. An ellipsoidal mirror may be used in conjunction with a paralleling lens (concave lens), other than the paraboloid mirror.

[0073]

The first lens array 418 has a structure wherein small lenses having an approximately rectangular outline as viewed from the optical axis direction are arrayed in matrix fashion. Each of the small lenses divide the light flux emitted from the light source lamp 411 into multiple partial light fluxes. The outline form of the small lenses is set to a substantially similar figure to the form of the image forming area of the liquid crystal panel 441. For example, in the event that the aspect ratio (the ratio of horizontal and vertical dimensions) of the image formation region of the liquid crystal panel 441 is 4 : 3, the aspect ratio of the small lenses is also 4 : 3.

[0074]

The second lens array 414 has a configuration generally the same as that of the first lens array 418, having a configuration wherein small lenses are arrayed in matrix fashion. This second lens array 414 functions to image the images of the small lenses of the first lens array 418 on the liquid crystal panel 441 along with the first condenser lens 416 and the second condenser lens 419.

[0075]

The polarization converting element 415 is positioned between the

second lens array 414 and the first condenser lens 416, and is formed into an integral unit with the second lens array 414. Such a polarization converting element 415 converts light from the second lens array 414 into one type of polarized light, whereby the usage efficiency of the light at the electric optical device 44 is improved.

[0076]

Specifically, each partial light converted into one type of polarized light by the polarization converting element 415 is approximately superimposed on the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B of the electric optical device 44 in the end, by the first condenser lens 416 and the second condenser lens 419. With a projector using the type of liquid crystal panel which modulates polarized light, only one type of polarized light can be used, so approximately half of the light from the light source lamp 411 which emits random polarized light cannot be used.

Accordingly, the emitted light from the light source lamp 411 is converted into one type of polarized light by using the polarization converting element 415, thereby raising the usage efficiency of the light at the electric optical device 44. Such a polarization converting element 415 is introduced in, for example, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 8-304739.

[0077]

The color separating optical system 42 comprises two dichroic mirrors 421 and 422, and a reflecting mirror 423, and functions to divide the multiple partial light fluxes emitted from the integrator illumination optical system 41 into the three color lights of red, green, and blue, with the dichroic mirrors 421 and 422.

[0078]



The relay optical system 43 comprises an incident side lens 431, relay lens 433, and reflecting mirrors 432 and 434, and functions to guide the color light divided at the color separating optical system 42, the blue light, to the liquid crystal panel 441B.

[0079]

At this time, at the dichroic mirror 421 of the color separating optical system 42, the blue color light component and the green color light component of the light flux emitted from the integrator illumination optical system 41 are transmitted, while the red color light component is reflected. The red color light reflected by the dichroic mirror 421 is reflected at the reflecting mirror 423, passes through a field lens 417 and has the polarization direction thereof matched at a polarizing plate 442, and then reaches the red color liquid crystal panel 441R. This field lens 417 converts each partial light flux emitted from the second lens array 414 to light flux parallel to the center axis (primary ray) thereof. This is true for field lenses 417 provided at the light incident side of the other liquid crystal panels 441G and 441B, as well.

[0080]

Of the blue light and green light which have been transmitted through the dichroic mirror 421, the green light is reflected by the dichroic mirror 422, passes through the field lens 417 and has the polarization direction thereof matched at the polarizing plate 442, and then reaches the green color liquid crystal panel 441G. On the other hand, the blue light is transmitted by the dichroic mirror 422, passes through the relay optical system 43, further passes through the field lens 417 and has the polarization direction thereof matched at the polarizing plate 442, and then reaches the blue color liquid crystal

panel 441B. The reason that a relay optical system 43 is used for the blue light is to prevent deterioration of the usage efficiency of the light due to diffusion and the like of the light, since the optical path for the blue light is longer than the optical paths for the other color lights. That is to say, this is to transmit the partial-light flux cast into the incident side lens 431, to the field lens 417 as it is.

[0081]

The electric optical device 44 comprises liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, as three light modulating devices. The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B use polysilicon TFTs as switching devices for example, and each color light divided at the color separating optical system 42 is modulated according to image information by the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and the polarizing plates 442 at the light flux incident side and emitting side of these, thereby forming an optical image.

[0082]

The cross-dichroic prism 45 serving as the color synthesizing element synthesize the images modulated for each color light emitted from the three liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, to form a color image. Now, the cross-dichroic prism 45 has a dielectric substance multi-layer film which reflects red light and a dielectric substance multi-layer film which reflects blue light formed following the interface of four right-angle prisms, in a general X shape, with the three color lights being synthesized by these dielectric substance multi-layer films. The color image synthesized by the cross-dichroic prism 45 is emitted from the projecting lens 46, and projected on a screen in an enlarged manner.

[0083]

As shown in Fig. 4 and Fig. 6, the above-described optical systems 41 through 45 are stored inside an optical parts housing 47, serving as housing for the optical parts.

Now, the upper housing 472 and lower housing 471 are preferably formed of thermal-conductive material. Examples of such thermal-conductive materials include lightweight and superbly thermal-conductive metals such as Al, Mg, Ti, alloys thereof, carbon steel, brass, stainless steel, and so forth, or resins with carbon filler such as carbon fiber, carbon nano-tubes, etc., mixed in (polycarbonate, polyphenylene sulfide, liquid crystal resin, or the like).

The optical parts housing 47 is configured of a lower housing 471 having grooves for fitting in by sliding in from above the above-described optical parts, 414 through 419, 421 through 423, 431 through 434 and the polarizing plates 442 disposed at the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and an upper housing 472 having a lid shape, for closing off the opening at the top of the lower housing 471.

Also, a head portion 49 is formed at the light emitting side of the optical parts housing 47. The projecting lens 46 is fixed at the front side of the head portion 49, and the cross-dichroic prism 45 with the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, attached at the back side.

[0084]

### (3. Cooling Structure)

As shown in Fig. 2 and Fig. 4 through Fig. 6, the projector 1 according to the present embodiment comprises a panel cooling system A for primarily cooling the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, a lamp cooling system B for primarily cooling the light source lamp 411, and an electric power source cooling system C for primarily cooling the

electric power source 31.

[0085]

First, description will be given regarding the panel cooling system A, with reference to Fig. 2, Fig. 4, and Fig. 5. With the panel cooling system A, a pair of sirocco fans 51 and 52 distributed on both sides of the projecting lens 46 are used. Cooling air drawn in through an air inlet 231B on the lower face by the sirocco fans 51 and 52 cools the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 (Fig. 7) on the light flux incident side and emitting side thereof upwards from the bottom, and then is drawn to an axial exhaust fan 53 side at a front corner while cooling the lower face of the driver board 90 (Fig. 3), and is vented from the vent 212B (Fig. 3) on the front side.

[0086]

Next, description will be made regarding the lamp cooling system B, with reference to Fig. 4 through Fig. 6. With the lamp cooling system B, a sirocco fan 54 provided to the lower face of the optical unit 4 is used. The cooling air within a projector 1 drawn by the sirocco fan 54 enters into the optical parts housing 47 from an unshown opening provided on the upper housing 472, passes between the second lens array 414 (Fig. 7) and polarization converting element 415 (Fig. 7) and cools these, following which the air exits from a vent side opening 471A of the lower housing 471 and is suctioned by the sirocco fan 54, and is vented. The vented cooling air enters into the optical parts housing 47 again from the air inlet side opening 471B of the lower housing 471, enters into the light source device 413 (Fig. 7) and cools the light source lamp 411 (Fig. 7), subsequently exits the optical parts housing 47, and is vented from the vent 212B (Fig. 3) by the axial vent fan 53.

[0087]

Further, the electric power source cooling system C will be described with reference to Fig. 4. With the electric power source cooling system C, an axial intake fan 55 provided behind the electric power source 31 is used. The cooling air suctioned in from the air inlet 2D at the back side by the axial intake fan 55 cools the electric power source 31 and lamp driving circuit 32, and subsequently is vented from the vent 212B (Fig. 3) by the axial vent fan 53 as with the other cooling systems A and B.

[0088]

#### (4. Structure of Optical Device)

The following is a description of the structure of the optical device with reference to Fig. 8 through Fig. 14.

First, as shown in Fig. 8, the optical device comprises a cross-dichroic prism 45, bases 445 fixed on both upper and lower faces of the cross-dichroic prism 45 (a pair of end faces intersecting with the light flux incident end face), the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, a holding frame 443 for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and a holding member 446 introduced between the holding frame 443 and the side face of the bases 445.

Note that in Fig. 8, only one each of the liquid crystal panel 441, holding frame 443, and holding member 446 are shown, in order to simplify the diagram. These components 441, 443, and 446 are actually also disposed on two other light flux incident end faces of the cross-dichroic prism 45.

This is also true for Fig. 9, Fig. 15, and Fig. 16.

[0089]

Now, with the present embodiment, the bases 445, holding member 446, and holding frame 443 are configured of an magnesium alloy. However,

the material for these is not restricted to magnesium alloy. For example, lightweight and superbly thermal-conductive metals such as Al, Mg, Ti, alloys thereof, carbon steel, brass, stainless steel, and so forth, or resins with carbon filler such as carbon fiber, carbon nanotubes, etc., mixed in (polycarbonate, polyphenylene sulfide, liquid crystal resin, or the like), may be used. Also, a metal (including alloys) or resin with 3 W/(m·K) or more in thermal conductivity is preferably used for the material for these members. This is because the thermal conductivity of optical glass which is a common material for the cross-dichroic prism 45 is approximately 0.7 W/(m·K), therefore fourfold thermal conductivity thereof would be considered sufficient to anticipate improvement in thermal discharge capabilities. Table 1 (a) gives examples of material with thermal conductivity of 3 W/(m·K) or higher. Also, as a comparison, Table 1 (b) gives examples of material with thermal conductivity of 3 W/(m·K) or lower.

[0090]

[Table 1]

		Thermal Conductivity W/ (m·K)
(a)	Mg alloy (AZ91D)	72
	Al alloy (ADC12)	100
	Carbon steel	42
	Brass	106
	Austenitic stainless steel	16
	CoolPoly (RS007)	3.5
	CoolPoly (RS012)	10
	CoolPoly (RS008)	3.5
	CoolPoly (D2)	15
(b)	ABS resin	0.2
	Polycarbonate	0.2
	Quartz glass	1.38

[0091]

In Table 1(a), CoolPoly is a product name (registered trademark) of a thermally conductive resin from Cool Polymer, Inc., and inside the parentheses are product numbers.

Also, the materials listed in Table 1(a) are examples of thermal-conductive metals or thermal-conductive resins which can be used as materials for the bases 445, holding member 446, and holding frame 443. Though brass is listed in Table 1(a) as the material with the highest thermal conductivity, it is needless to say that the thermal conductivity of materials making up these members may be higher.

[0092]

The bases 445 are fixed on both upper and lower faces of the cross-dichroic prism 45, the perimeter forms thereof being somewhat larger than that of the cross-dichroic prism 45, and the side faces protruding out further than the side faces of the cross-dichroic prism 45.

Also, as shown in Fig. 9, recesses 445A are formed on opposing upper and lower side edges on the side faces of the base 445, so that a tool such as a screwdriver or the like can be inserted between the holding member 446 and bases 445 which are fixed by adhesion.

Further, an attaching portion 445B is formed on the base 445 fixed on the upper face of the cross-dichroic prism 45, in order to fix the optical device to the lower housing 471.

[0093]

As shown in Fig. 13, the liquid crystal panel 441R has liquid crystal sealed in between a driving substrate (e.g., a substrate upon which are formed multiple line-shaped electrodes, electrodes making up pixels, and TFT devices electrically connected in between these) 441A and an opposing substrate (e.g., a substrate upon which is formed a common electrode) 441E, with a control cable 441C extending from between these glass substrates. Normally fixed upon the driving substrate 441A and the opposing substrate 441E are light-transmitting dust-proof plates 441D to offset the position of the panel face of the liquid crystal panel 441 from the back-focus position of the projecting lens 46, so that dust adhering to the surface of the panel is optically inconspicuous. A material with good thermal conductivity is used for the light-transmitting dust-proof plate, such as sapphire, crystal, quartz, or the like. The thermal conductivity of sapphire, crystal, and quartz is, respectively, 42 W/(m·K), 9 W/(m·K), and 1.38 W/(m·K). Though



the present embodiment employs the light-transmitting dust-proof plate 441D, such a dust-proof plate is not indispensable. Also, an arrangement may be made wherein a light-transmitting dust-proof plate 441D is provided to only one substrate of the driving substrate 441A and the opposing substrate 441E. Further, a gap may be provided between the light-transmitting dust-proof plate 441D and the substrates 441A and 441E. This holds true for the following embodiments, as well. Note that in the drawings other than Fig. 13, the light-transmitting dust-proof plate 441D is omitted.

[0094]

As shown in Fig. 13, the holding frame 443 is made up of a recessed frame member 444A having a storing portion 444A1 for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and a supporting plate 444B which engages with the recessed frame member 444A and presses and fixes the stored liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B. Also, the holding frame 443 grasps the perimeter of the light-transmitting dust-proof plate 441D fixed to the opposing substrate 441E of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B. Also, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, are stored in a storing portion 444A1 of the holding frame 443. An opening 443C is provided at a position corresponding to the panel face of the stored liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, with holes 443D formed at the four corners thereof. Also, as shown in Fig. 9, fixing of the recessed frame member 444A and the supporting plate 444B is performed by engaging hooks 444D provided at the left and right sides of the supporting plate 444B, and hook engaging portions 444C provided at places corresponding to the recessed frame member 444A.

[0095]

Now, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are exposed at

the opening 443C of the holding frame 443, and this portion becomes the image forming region. That is to say, the color light of R, G, and B is introduced to this portion of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and an optical image is formed according to image information.

Further, a shielding film (omitted in the drawings) is provided at the light flux emitting side end face of the supporting plate 443B, thereby preventing light from reflection from the cross-dichroic prism 45 from being further reflected to the cross-dichroic prism 45 side, thereby preventing deterioration in contrast due to stray light.

[0096]

The holding member 446 is for holding and fixing the holding frame 443 for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and as shown in Fig. 9, comprises a rectangular plate-shaped member 446A, and pins 447A erected from the four corners of the rectangular plate-shaped member 446A. Now, the positions of the pins 447A do not need to be at the corners of the rectangular plate-shaped member 446A. The number of pins 447A is not restricted to four, with two or more being sufficient.

This holding member 446 is introduced between the bases 445 and the holding frame 443. The end face of the holding member 446 which is opposite to the pins 447A is fixed by adhesion to the side faces of the bases 445. Also, the holding member 446 and holding frame 443 are mutually fixed by adhesion, through the pins 447A of the holding member 446 and the holes 443D of the holding frame 443.

The rectangular plate-shaped member 446A has a rectangular opening 446B formed in the generally center portion thereof, and a recess 446N is formed along the upper and lower side edges thereof. At the time of mounting the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the opening 446B corresponds to the image forming region of the liquid crystal

panels 441R, 441G, and 441B. Also, a shielding film (omitted in the drawings) is provided on the light flux emitting end face of the rectangular plate-shaped member 446A, in the same way as with the holding frame 443.

[0097]

Also, an engaging groove 446C is formed so as to surround the opening 446B, and a polarizing plate 442 wherein a polarizing film has been applied onto a sapphire substrate using a transparent adhesive agent is fixed so as to be engaged with this engaging groove 446C, using double-faced tape or adhesion.

The pins 447A have a diameter at the rising portion from the rectangular plate-shaped member 446A larger than the holes 443D formed on the holding frame 443, so that a gap is secured between the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the holding member 446 at the time of mounting the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B.

In the event that such a structure does not exist, i.e., in the event that the diameter of the pin 447A is generally equal from the base toward the tip, the gap cannot be secured at the time of mounting the holding frame 443 to the holding member 446, so the adhesive agent for fixing the holding frame 443 and the holding member 446 spreads to the end face of the holding frame 443 due to surface tension, and adheres to the display face of the liquid crystal panel 441.

[0098]

#### (5. Manufacturing Method for Optical Device)

The following is a detailed description of the manufacturing method for the optical device, with reference to Fig. 9. First,

(a) First, the bases 445 are fixed to the upper and lower faces of the cross-dichroic prism 45, using adhesive agent (base fixing step).

(b) Further, the polarizing plate 442 is fixed by double-face tape or adhesion so as to engage with the engaging grooves 446C of the holding member 446 (polarizing plate fixing step).

(c) The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored in the storing portion 444A1 of the recessed frame member 444A of the holding frame 443. Subsequently, the supporting plate 444B of the holding frame 443 is attached from the liquid crystal panel insertion side of the recessed frame member 444A, thereby pressing and fixing liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B so as to hold. Note that attaching of the supporting plate 444B to the recessed frame member 444A can be performed by engaging the hooks 444D of the supporting plate 444B with the hook engaging portions 444C of the recessed frame member 444A (light modulating device holding step).

[0099]

(d) The pins 447A of the holding member 446 with adhesive agent coated thereupon are inserted into the holes 443D of the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B (holding frame mounting step).

(e) The end face of the holding member 446 opposite to the pins 447A is adhered to the side face of the bases 445 (the light flux incident end face side of the cross-dichroic prism 45) with adhesive agent (holding member mounting step). At this time, the holding member 446 is adhered to the side face of the bases by surface tension of the adhesive agent.

(f) In a state with the adhesive agent unhardened, the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is adjusted (position adjusting step).

(g) Following performing positional adjustment of the liquid

crystal panels 441R, 441G, and 441B, the adhesive agent is hardened, and these panels are fixed (adhesive agent hardening step).

The optical device is manufactured by the above step procedures.

A thermal-curing adhesive agent having excellent thermal conductivity or a photo-curing adhesive agent is preferably used for the adhesive agent used in the above manufacturing steps. As for such an adhesive agent having excellent thermal conductivity, there are acrylic or epoxy adhesive agents containing metals such as silver palladium.

[0100]

(6. Positional Adjustment Method for Liquid Crystal Panel)

Positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B in the position adjusting step in (f) above is performed as follows.

First, with regard to the liquid crystal panel 441G which faces the projecting lens 46 (Fig. 7, etc.) directly, alignment adjustment is performed with the plane of contact between the side face of the bases 445 and the holding member 446 as a sliding face, and focus adjustment is performed by sliding the portion of contact of the holding frame 443 and the holding member 446, i.e., the holding frame 443 through the pins 447A. Here, with the optical axis direction of the projecting lens 46 as the Z direction, and the two axes orthogonal thereto as the X and Y axes, alignment adjustment means adjustment in the X-axial direction, Y-axial direction, and rotational direction within the X-Y plane ( $\theta$  direction adjustment). Focus adjustment means adjustment in the Z-axial direction, the rotational direction centered on the X-axis ( $X\theta$  direction), and rotational direction centered on the Y-axis ( $Y\theta$  direction adjustment).

Alignment adjustment can be made in a state wherein one of the base 445 and holding member 446 is fixed, by moving the other in the X-axial

direction, Y-axial direction, and  $\theta$  direction. Also, focus adjustment can be made in a state wherein one of the holding frame 443 and holding member 446 is fixed, by moving the other in the Z-axial direction, X $\theta$  direction, and Y $\theta$  direction.

[0101]

Following adjusting the liquid crystal panel 441G to a predetermined position, the adhesive agent is hardened with hot air, ultraviolet rays, and so forth.

Next, with reference to the liquid crystal panel 441G of which positional adjustment and fixation has been completed, positional adjustment and fixation is performed for the liquid crystal panels 441R and 441B, in the same manner as described above.

Now, the manufacturing of the optical device and the positional adjustment of the liquid crystal panel does not necessarily have to be performed in the above order. For example, in the event of using solder as an adhesive agent, an arrangement is sufficient wherein the parts are mounted without adhesive agent in the manufacturing steps (d) and (e), and following the positional adjustment in (f), the base 445, the holding member 446, and the holding frame 443 are fixed with solder. This is true for optical devices according to other embodiments, as well.

[0102]

#### (7. Attachment Method for Optical Device)

The optical device configured of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the cross-dichroic prism 45 integrated according to the above-described method is fixed to an attaching portion 473 of the lower housing 471 by an attaching portion 445B of the base 445 fixed to the upper face of the cross-dichroic prism 45 (a face orthogonal to the light flux incident face), as shown in Fig. 10, Fig. 11, and Fig. 14.

This attaching portion 445B has four arms 445C extending out in four directions in a plan view, as shown in Fig. 9. Also, as shown in Fig. 11 and Fig. 14, of the round holes 445D provided on each of the arms 445C, two round holes 445D on an approximately diagonal line are fit with positioning protrusions 474 provided on corresponding attaching portions 473, and the remaining two round holes 445D have screws 475 which are screwed to corresponding attaching portions 473 passed through. Also, as shown in Fig. 9, a suitable holding portion 445E is provided at the square portion at the center of the attaching portion 445B, to facilitate grasping by a worker at the time of mounting or detaching.

[0103]

On the other hand, as shown in Fig. 10 and Fig. 14, the attaching portion 473 of the lower housing 471 is provided on the top of four cylindrical or square-column bosses 476 continued in an approximately vertical direction of the lower housing 471. Accordingly, in the state that the attaching portion 445B of the base 445 is attached to the attaching portion 473 of the lower housing 471, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the cross-dichroic prism 45 are disposed in a state of being hung on the lower side of the attaching portion 445B, and are stored within the optical parts housing 47 in a state of being barely off of the bottom of the lower housing 471.

[0104]

With such a lower housing 471, two bosses 476 at the projecting lens 46 side have an integrally-formed head portion 49 for fixing the projecting lens 46. The bosses 476 have reinforcing functions so that the head portion 49 does not tilt even when the projecting lens 46 which is heavy is fixed to the head portion 49.

Multiple holding pieces 477 following the vertical direction (shown

in Fig. 4 and Fig. 10 represented by some of the holding pieces 477) are provided on the two bosses 476 distanced from the projecting lens 46 side, with grooves for fitting in a field lens 417, dichroic mirrors 421 and 422, an incident side lens 431, and relay lens 433, being formed between adjacent pairs of holding pieces 477. That is to say, these holding pieces 477 are also reinforced by the bosses 476 by being integrally formed by the bosses 476.

[0105]

On the other hand, as shown in Fig. 11, a notch opening 472A is formed in the upper housing 472 at a portion corresponding to the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B (Fig. 8) and the cross-dichroic prism 45 (Fig. 8), and the attaching portion 473 of the lower housing 471 is also exposed from this notch opening 472A. That is to say, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the cross-dichroic prism 45 shown in Fig. 8 and others can be mounted to or detached from the attaching portion 473 along with the attaching portion 445B of the base 445 even in the state of the upper housing 472 being attached to the lower housing 471, due to being fixed to the base 445 having the attaching portion 445B, beforehand.

[0106]

Also, particularly, the attaching portion 473 provided to the bosses 476 integrally formed with the head portion 49 is positioned above the center axis X-X of the projecting lens 46 shown in Fig. 12. Accordingly, as shown in Fig. 14, two arms 445C of the attaching portion 445B overlap the perimeter of the end portion 46A of the projecting lens 46 protruding from the head portion 49 to the cross-dichroic prism 45 side in a plan view, but arrangement is made such that there is no actual mutual interference.



[0107]

(8. Cooling Structure of Optical Device)

The following is a description of the cooling structure of the optical device fixed to the optical parts housing 47 by the above-described attaching method.

As shown in Fig. 6 and Fig. 10 through Fig. 13, air inlet openings 471C are provided in three positions on the bottom of the lower housing 471, corresponding to the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, so that the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 disposed at the light incident sides and emitting sides thereof are cooled with the cooling air of the panel cooling system A (Fig. 2 and Fig. 5) flowing into the optical parts housing 47 from the air inlet openings 471C. At this time, a recess 445A formed at a portion of the end face of the base 445 serves as a channel for cooling air, so heat transmitted to the holding member 446 and base 445 can be efficiently cooled.

[0108]

At this time, a flat and generally triangular plate-shaped flow straightening plate 478 is provided on the lower face of the lower housing 471, with pairs of erected pieces 478A (a total of six) provided on the flow straightening plate 478 protruding upwards from the air inlet openings 471C. In Fig. 11, the erected pieces 478A are drawn with chain double-dashed lines. The erected pieces 478A straighten the flow of the cooling air for cooling the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442, from the bottom upwards.

[0109]

Further, in Fig. 11 through Fig. 13, an erected portion 471D rising from the bottom of the lower housing 471 is positioned on a perimeter of

one of the air inlet openings 471C which is on the side of the cross-dichroic prism 45 and is parallel to the light flux incident face thereof, wherein the top portion thereof is in close proximity to the bottom face of the base 445 fixed to the lower face of the cross-dichroic prism 45 so that cooling air flowing from the bottom side upwards does not readily leak from the gap between the bottom of the lower housing 471 and the cross-dichroic prism 45, and rather flows into the gap between the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the cross-dichroic prism 45.

[0110]

(9. Advantages of the First Embodiment)

According to the present embodiment, there are the following advantages.

(1) The bases 445, holding member 446, and holding frame 443 are configured of an magnesium alloy which has high thermal conductivity, so the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 due to the light irradiated from the light source lamp 411 and so forth can be speedily dissipated, by allowing it to escape in the order of the holding frame 443, holding member 446, and bases 445. Accordingly, heat can be efficiently discharged from the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442, so malfunctions due to high temperatures of the liquid crystal and deterioration of the polarizing plate 442 can be prevented. Also, the cooling capabilities of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be greatly improved. Further, correspondingly, the amount of light of the light source lamp 411 can be increased, thereby enabling increasing the brightness of the image projected on the screen. Further, the size of the sirocco fans 51 and 52 used for cooling the optical

device can be reduced, as well.

[0111]

(2) The bases 445, holding member 446, and holding frame 443 are configured of the same material, so the amount of dimensional change of the members due to heat (expansion and shrinking) is the same, and accordingly, reliability improves markedly.

(3) the pins 447A provided to the holding member 446 and the holes 443D provided to the holding frame 443 are fixed by an adhesive agent having thermal conductivity, so the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 can be efficiently allowed to escape. Such a structure contributes to improve thermal dissipating capabilities.

(4) An engaging groove 446C is formed on the holding member 446, and a polarizing plate 442 wherein a polarizing film has been applied onto a sapphire substrate using a transparent adhesive agent is fixed so as to be engaged with this engaging groove 446C. Accordingly, the heat generated at the polarizing film is allowed to escape to the sapphire substrate which has high thermal conductivity, and further, the heat which has transmitted to the sapphire substrate can be allowed to escape to the holding member 446. Accordingly, rise in temperature and the difference in temperature distribution within the face of the polarizing plate 442 can be relieved, thereby preventing deterioration due to heat. Also, optical elements other than the polarizing plate 442 such as phase-difference plates, optically-compensating plates, and so forth may be engaged with the engaging groove 446C..

[0112]

(5) The holding frame 443, the holding member 446, and the base 445, are fixed by an adhesive agent having thermal conductivity. This

adhesive agent assists thermal conduction from the holding frame 443 to the holding member 446 and to the base 445. Such a structure contributes to improved thermal dissipating capabilities.

(6) Erected portions 471D erected from the bottom of the lower housing 471 are situated on an edge of the inlet openings 471C provided on the base of the lower housing 471, with the tops thereof being in close proximity with the lower face of the base 445 fixed to the lower face of the cross-dichroic prism 45, so the cooling air of the panel cooling system A flows into the gaps between the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the cross-dichroic prism 45 in a sure manner. Accordingly, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the surroundings thereof can be efficiently cooled.

[0113]

(7) Also, the erected pieces 478A of the flow straightening plate 478 protrude upwards from the air inlet openings 471C, so the cooling air can be guided from the lower side to the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 positioned, above, in a sure manner, preventing leaking of the cooling air into the optical parts housing 47 and efficiently cooling liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the surroundings thereof.

(8) Further, recesses 445A are formed on a portion of the end faces of the bases 445, so that gaps are formed between the holding member 446 the side faces of the bases 445. Also, recesses 446N are formed on the rectangular plate-shaped member 446A of the holding member 446, so a gap is formed between the holding frame 443 and the holding member 446. Accordingly, cooling air guided in upwards from below by the erected pieces 478A of the flow straightening plate 478 and the erected pieces 471D protruding upwards from the base of the lower

housing 471 can be caused to flow in through the gaps, thereby enabling the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 to be cooled more efficiently.

(9) The holding frame 443 is configured of a recessed frame member 444A and a supporting plate 444B, so the area of contact between the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plate 442, and the holding frame 443, is great. Due to such a structure, the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be efficiently dissipated to the holding frame 443, so high thermal dissipating capabilities can be obtained.

[0114]

<Second Embodiment>

The second embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the first embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the first embodiment, the holding member 446 had a rectangular plate-shaped member 446A, and pins 447A erected from the four corners of this rectangular plate-shaped member 446A. Conversely, the optical device according to the second embodiment differs in the point that the holding member 446 has erected pieces 447B with a general L-shape when viewed from the front, as shown in Fig. 15. Other configurations and manufacturing methods are the same as with the first embodiment. Also, for the materials of the components, those such as described with the first embodiment can be used.

Specifically, the erected pieces 447B are positioned at the four corners of the rectangular plate-shaped member 446A and erected so as to

extend following the edge of the rectangular plate-shaped member 446A, and are configured so as to hold the perimeter of the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B. The erected pieces 447B and the end faces of the holding frame 443 are adhered by an adhesive agent having thermal conductivity. Now, there is no need for the position of erected pieces 447B to be at the corners of the rectangular plate-shaped member 446A. Also, the number of erected pieces 447B is not restricted to four, rather, two or more is sufficient.

[0115]

According to such a second embodiment, the advantages the same as (1) and (2), and (4) through (9), described in the description of the first embodiment can be obtained.

Also, the erected pieces 447B are formed on the corners of the rectangular plate-shaped member 446A, and erected so as to extend following the edges of the rectangular plate-shaped member 446A, and the erected pieces 447B and the holding frame 443 are fixed with an adhesive agent having thermal conductivity, so the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 can be allowed to escape efficiently. Such a structure contributes to improve thermal dissipating capabilities. Also, the erected pieces 447B are formed on the four corners of the rectangular plate-shaped member 446A, so the effects of external force applied to the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 by heat can be alleviated, and accordingly, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 can be held in a stable manner.

[0116]

<Third Embodiment>

The third embodiment according to the present invention will be

described next.

In the following description, parts having the same structure as with the first embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the first embodiment, the holding member 446 had the rectangular plate-shaped member 446A, and pins 447A erected from the four corners of this rectangular plate-shaped member 446A. Conversely, the optical device according to the third embodiment differs in the point that the holding member 446 has erected pieces 447C with a general L-shape when viewed from the front, as shown in Fig. 16. Other configurations and manufacturing methods are the same as with the first embodiment. Also, for the materials of the components, those such as described with the first embodiment can be used.

Specifically, the erected pieces 447C are positioned at the corners of the rectangular plate-shaped member 446A and erected so as to extend following the edge of the rectangular plate-shaped member 446A, and are configured so as to hold the perimeter of the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 4441R, 441G, and 441B. Also, a pair of parallel sides of the erected pieces 447C have the same length as a pair of sides of the rectangular plate-shaped member 446A, wherein the parallel pair of sides of the erected pieces 447C have the same length as a pair of the sides of the rectangular plate-shaped member 446A. The erected pieces 447C and the end faces of the holding frame 443 are adhered by an adhesive agent having thermal conductivity.

[0117]

According to such a third embodiment, the advantages the same as (1) and (2), and (4) through (9), described in the description of the first embodiment can be obtained.

Also, the erected pieces 447B are formed on the corners of the rectangular plate-shaped member 446A, and erected so as to extend following the edges of the rectangular plate-shaped member 446A, and the erected pieces 447B and the holding frame 443 are fixed with an adhesive agent having thermal conductivity, so the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the polarizing plates 442 can be allowed to escape efficiently. Such a structure contributes to improve thermal dissipating capabilities. Also, the erected pieces 447B are formed on a pair of mutually parallel sides of the rectangular plate-shaped member 446A, and have generally the same length as the sides of the rectangular plate-shaped member, so the portion of contact between the holding frame 443 and the holding member 446 can be increased even further, thus further improving heat dissipation capabilities.

[0118]

<Fourth Embodiment>

The fourth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the first embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the first embodiment, bases 445 were fixed to both the top and bottom faces of the cross-dichroic prism 45 (both of a pair of end faces intersecting the light flux incident end face), with the holding member 446 being fixed by adhesion to the side faces of the bases 445. Further, a polarizing plate 442 was fixed to engaging grooves 446C of the holding member 446 by double-face tape or an adhesive agent.

Conversely, with the fourth embodiment, the holding member 446 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-



dichroic prism 45, and also, the base 445 is provided on only one of the pair of end faces intersecting with the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45. Further, the polarizing plate 442 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 with double-face tape or an adhesive agent.

[0119]

Specifically, the holding member 446 has a rectangular plate-shaped member 446A, and pins 447A erected from the four corners of the rectangular plate-shaped member 446A, as shown in Fig. 17.

A rectangular opening 446B is formed in the rectangular plate-shaped member 446A at the image forming region of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and notches 446L for hot behavioral difference absorption are formed on the upper and lower edges of the rectangular plate-shaped member 446A and upper and lower edges of the opening 446B. Further, supporting faces 446M are formed on the left and right edges so that an optically-compensating plate (omitted in drawing) such as "Fuji WV Film Wide View A" (product name) sold by Fuji Photo Film Co., Ltd. can be attached. Installing such optically-compensating plates compensates for birefringence occurring at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and minimizes retardation, whereby the viewing angle can be widened, and a high contrast ratio can be obtained.

Also, the polarizing plate 442 is fixed in generally the center of the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45.

Configurations other than those described above are the same as the first embodiment. Also, for the materials of the components, those such as described with the first embodiment can be used.

[0120]

Next, a detailed description will be given regarding the

manufacturing method for the optical device according to the present embodiment, with reference to Fig. 17. First,

(a) First, the base 445 is fixed to the upper face of the cross-dichroic prism 45, using adhesive agent (base fixing step).

(b-1) Also, the polarizing plate 442 is fixed by double-face tape or adhesive agent at the general center of the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 (polarizing plate fixing step).

(b-2) Further, an optically-compensating plate is hold and fixed by double-face tape or adhesive agent so as to engage with the supporting faces 446M of the holding member 446.

(c) The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored in the storing portion 444A1 of the recessed frame member 444A of the holding frame 443. Subsequently, the supporting plate 444B of the holding frame 443 is attached at the liquid crystal panel insertion side of the recessed frame member 444A, thereby pressing and fixing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B so as to hold. Note that attaching of the supporting plate 444B to the recessed frame member 444A can be performed by engaging the hooks 444D of the supporting plate 444B with the hook engaging portions 444C of the recessed frame member 444A (light modulating device holding step).

[0121]

(d) The pins 447A of the holding member 446 are inserted into the holes 443D of the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B (holding frame mounting step).

(e) The end face of the holding member 446 opposite to the pins 447A is coated with an ultraviolet curing adhesive agent, and adhered to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 with adhesive agent (holding member mounting step). At this time, the

holding member 446 is adhered to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 by surface tension of the adhesive agent.

(f) In a state with the adhesive agent unhardened, the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is adjusted (position adjusting step).

(g) Following performing positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the adhesive agent is hardened (adhesive agent hardening step).

[0122]

Positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B in the position adjusting step in (f) above is performed as follows.

First, with regard to the liquid crystal panel 441G which faces the projecting lens 46 directly, alignment adjustment (X-axial direction, Y-axial direction,  $\theta$  direction adjustment) is performed with the plane of contact between the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 and the holding member 446 as a sliding face, and focus adjustment (X-axial direction,  $X\theta$  direction,  $Y\theta$  direction adjustment) is performed by sliding the plane of contact of the holding frame 443 and the holding member 446, i.e., sliding through the pins 447A. That is to say, alignment adjustment can be made in a state wherein one of the cross-dichroic prism 45 and holding member 446 is fixed, by moving the other in the X-axial direction, Y-axial direction, and  $\theta$  direction. Also, focus adjustment can be made in a state wherein one of the holding frame 443 and holding member 446 is fixed, by moving the other in the Z-axial direction,  $X\theta$  direction, and  $Y\theta$  direction.

Following adjusting the liquid crystal panel 441G to a predetermined position, the adhesive agent is hardened with hot air, a hot beam, ultraviolet rays, and so forth.

Next, with reference to the liquid crystal panel 441G regarding which the above positional adjustment and subsequent fixation has been performed, positional adjustment and fixation is performed for the liquid crystal panels 441R and 441B, in the same manner as described above.

[0123]

According to such a fourth embodiment, the following advantages can be had.

(10) The base 445, holding member 446, and holding frame 443 are configured of an magnesium alloy with high thermal conductivity so the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, optically-compensating plate, and the polarizing plates 442, due to the light irradiated from the light source lamp 411, and so forth, can be speedily dissipated, by allowing it to escape to in the order of the holding frame 443, holding member 446, prism 45, and base 445. Accordingly, heat can be efficiently discharged from the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the optically-compensating plate, and the polarizing plates 442, so malfunctions and deterioration of the optically-compensating plate due to high temperatures of the liquid crystal can be prevented. Also, the cooling capabilities of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be greatly improved. Further, correspondingly, the amount of light of the light source lamp 411 can be increased, thereby enabling increasing the brightness of the image projected on the screen. Moreover, the size of the sirocco fans 51 and 52 used for cooling the optical device can be reduced, as well.

(11) The base 445, holding member 446, and holding frame 443 are configured of the same material, so the amount of dimensional change of the members due to heat (expansion and shrinking) is the same, and

accordingly, functional reliability improves markedly.

[0124]

(12) The pins 447A provided to the holding member 446 and the holes 443D provided to the holding frame 443 are fixed by an adhesive agent having thermal conductivity, so the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be efficiently allowed to escape. Such a structure contributes to improve thermal dissipating capabilities.

(13) The holding frame 443, the holding member 446, the prism 45, and the base 445, are fixed by an adhesive agent having thermal conductivity. This adhesive agent assist thermal conduction from the holding frame 443 to the holding member 446, to the prism 45, and to the base 445. Such a structure contributes to improved thermal dissipation capabilities.

(14) Supporting faces 446M formed on the left and right edges of the holding member 446 are formed so as to protrude in a direction distanced from the prism 45, not in a direction to the portion of the rectangular plate-shaped member 446A adhered to the prism 45, i.e., in the out-of-plane direction, and accordingly, a gap is formed between the prism 45 and the optical element fixed to the supporting faces 446M, and between the optical element and the holding frame 443. Accordingly, cooling air guided upwards from below by the erected portions 471D erected from the bottom of the lower housing 471 and the erected pieces 478A of the flow-straightening plate 478 can be caused to flow into these gaps, and the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the optical elements can be cooled more efficiently 443.

Also, with the present embodiment, advantages the same as (6), (7), and (9) described in the description of the first embodiment can also be obtained.

[0125]

Now, the four right-angle prisms making up the cross-dichroic prism 45 are generally formed of optical glass, but forming the right-angle prisms of a material having higher thermal conductivity than optical glass, such as sapphire or crystal, etc., or configuring the cross-dichroic prism 45 of cross-mirrors placed in a box-shaped container filled with a fluid which has higher thermal conductivity than optical glass, makes transfer of heat from the holding frame 443 to the holding member 446, to the prism 45, and to the base 445 smoother, thereby improving thermal dissipation capabilities. This is the same for other embodiments wherein the holding member 446 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45.

Also, with the present embodiment, an optically-compensating plate is fixed to the supporting faces 446M of the supporting member 446, and the polarizing plate 442 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45, but a polarizing plate 442 may be fixed to the supporting faces 446M instead of the optically-compensating plate. Note that the optical elements to be fixed by the supporting faces 446M are not restricted to optically-compensating plates and polarizing plates, and may be phase difference plates (1/4 wavelength plate, 1/2 wavelength plate, etc.), condenser lenses, etc.

[0126]

Instead of the holding member 446 according to the present embodiment, a holding member 446 such as in the first through third embodiments (see Figs. 9, 15, and 16) may be used to fix the polarizing plate 442 or the like to engaging grooves 446C (see Figs. 9, 15, and 16) on the holding member 446. In this case, the advantages obtained based on the holding member 446 of the first through third embodiments

can be obtained instead of the advantages obtained based on the holding member 446 according to the present embodiment. Conversely, an arrangement may be made wherein, instead of the holding member 446 of the first through third embodiments, the holding member 446 according to the present embodiment is used to fix the optically-compensating plate or the like by the supporting faces 446M. In this case, the advantages obtained based on the holding member 446 used in these optical devices in the first through third embodiments can be obtained therein.

[0127]

<Fifth Embodiment>

The fifth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the fourth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the fourth embodiment, the polarizing plate 442 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 directly with both-face tape or adhesive agent, and supporting faces 446M are formed on the left and right edges of the rectangular plate-shaped member 446A of the holding member 446 so that an optically-compensating plate can be attached.

Conversely, the fifth embodiment differs from the fourth embodiment in that two sets of supporting faces 446M and 446M1 are provided on the holding member 446, and that the polarizing plate 442 and the optically-compensating plate are fixed to the supporting faces 446M and 446M1. Other configurations and manufacturing methods are the same as with the fourth embodiment. Also, for the materials of the components, those such as described with the first embodiment can be used.

[0128]

Specifically, as shown in Fig. 18, a first supporting face 446M and a second supporting face 446M1 are each formed on the left and right edges and the top and bottom edges of the rectangular plate-shaped member 446A of the holding member 446, respectively. The first supporting face 446M and second supporting face 446M1 are formed so that the height-wise dimensions from the rectangular plate-shaped member 446A (out-of-plane directional positions) are different.

Here, the polarizing plate 442 is fixed to the first supporting face 446M with double-face tape or an adhesive agent, and the optically-compensating plate 450 is similarly fixed to the second supporting face 446M1 with double-face tape or adhesive agent. The height-wise dimensions of the supporting face 446M and supporting face 446M1 differ one from another, so the polarizing plate 442 and the optically-compensating plate 450 are fixed without interference therebetween.

[0129]

According to such a fifth embodiment, there are the following advantages besides the advantages the same as with the fourth embodiment.

The polarizing plate 442 and optically-compensating plate 450 are fixed to the holding member 446, so the heat generated at the polarizing plate 442 and optically-compensating plate 450 can be discharged to the holding member 446, thereby improving the cooling capabilities of the polarizing plate 442 and optically-compensating plate 450, and preventing deterioration.

Also, the holding member 446 has two types of supporting faces 446M and 446M1 with different out-of-plane directional positions, so the polarizing plate 442 and optically-compensating plate 450 can be supported at different positions by the holding member 446. Accordingly,



gaps are formed between the prism 45, polarizing plate 442, optically-compensating plate 450, and holding frame 443. Accordingly, cooling air guided upwards from below by the erected portions 471D erected from the bottom of the lower housing 471 and the erected pieces 478A of the flow-straightening plate 478 can be caused to flow into these gaps, and the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the optical elements thereof can be cooled more efficiently.

Also, the optical elements to be fixed by the supporting faces 446M and 446M1 are not restricted to optically-compensating plates and polarizing plates, and may be phase difference plates (1/4 wavelength plate, 1/2 wavelength plate, etc.), condenser lenses, etc.

Also, instead of the holding member 446 according to the first through third embodiments, a holding member 446 according to the present embodiment may be used to fix the optically-compensating plate or the like to the supporting faces 446M and 446M1. In this case, the advantages obtained based on the holding member 446 of these optical devices can be obtained in the first through third embodiments.

[0130]

<Sixth Embodiment>

The sixth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the first embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the first embodiment, bases 445 were fixed to both the top and bottom faces of the cross-dichroic prism 45 (both of a pair of end faces intersecting the light flux incident end face), with the holding member 446 being fixed by adhesion

to the side faces of the bases 445.

Also, the cross-dichroic prism 45 was disposed in a state of being hung from the lower housing 471 by the base 445 fixed on the upper face thereof.

Also, with regard to the holding member 446 and holding frame 443, the holding member 446 and holding frame 443 were mutually fixed by adhesion through pins 447A provided on the holding member 446 and holes 443D provided on the holding frame 443.

Further, the polarizing plate 442 was fixed to the engaging grooves 446C of the holding member 446 by double-face tape or adhesive agent.

[0131]

Conversely, with the sixth embodiment, the base 445 is fixed only on the lower face of the cross-dichroic prism 45, and the cross-dichroic prism 45 is fixed to the lower housing 471 by the base 445 fixed to the lower face thereof.

Also, the holding member 446 is directly fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45, and the holding frame 443 is fixed by adhesion to the holding member 446 with wedge-shaped spacers 448A introduced therebetween.

Further, the polarizing plate 442 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 by double-face tape or adhesive agent.

Other configurations are the same as with the first embodiment.

[0132]

Specifically, Fig. 19 is a perspective view of the state of attachment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and cross-dichroic prism 45 according to the sixth embodiment, and Fig. 20 illustrates an a disassembled view thereof. Here, the liquid crystal

panels 441R, 441G, and 441B are attached to a cross-dichroic prism 45 formed of crystal, mounted and fixed to the base 445, using the holding frame 443, holding member 446, and wedge-shaped spacers 448A.

[0133]

The holding frame 443 differs, somewhat with regard to the external view shown in the figure, from the holding frame 443 (Fig. 9, etc.) according to the first embodiment, but the basic structure is the same as that described with the first embodiment, including the point that a light shielding film is provided on the light flux emitting side end face of the supporting plate 443B.

[0134]

The holding member 446 is for holding the holding frame 443 where the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored. The holding member 446 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45. Also, the holding member has an opening 446B at approximately the center thereof. This opening 446B corresponds to the image forming region of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B when the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are mounted. A light shielding film (omitted in the drawings) is provided at the light flux emitting side end face of the holding member 446, as with the holding frame 443.

[0135]

Erected pieces 446D formed so as to cover the side edges of the holding frame 443, and a supporting piece 446K for supporting the light emitting side face of the holding frame, are formed on the light incident side of the holding member 446. Also, protrusions 446F are formed on both left and right sides of the light emitting side. These protrusions 446F form a partial gap between the cross-dichroic prism 45

and the holding member 446. This gap forms an air path for cooling the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the optical elements such as the polarizing plate and the like disposed in the vicinity thereof. Contact faces 446G with the cross-dichroic prism 45 are provided on the upper and lower end faces of the protrusions 446F. The height of protrusion of the erected pieces 446D is approximately equal to the thickness of the holding frame 443, and the length of the erected pieces 446D in the height direction is approximately equal to the height of the holding frame 443. Also, the inner spacing of the erected pieces 446D is somewhat wider than the width of the holding frame 443. Also, a focus adjustment clearance is provided between the light emitting side face of the holding frame 443 and the light incident side face of the holding member 446, and an alignment adjustment clearance for pixel matching is provided between the width of the holding frame 443 and the inner spacing of the erected pieces 446D of the holding member 446. Further, inclined faces 446E are formed on the inner side of the erected pieces 446D of the holding member 446, so that wedge-shaped spacers 448A for fixing the holding frame 443 and the holding member 446 can be inserted between this inclined face 446E and the holding frame 443. The inclined faces 446E are formed horizontally symmetrical on the upper and lower ends of the left and right erected pieces 446D.

[0136]

The wedge-shaped spacers 448A are used for positioning the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and for fixing the holding frame 443 and holding member 446. Here, four wedge-shaped spacers 448A are used. As with the base 445, holding member 446, and holding frame 443, thermal-conductive metal or thermal-conductive resin (preferably with thermal conductivity of 3 W/(m·K) or higher) is used to configure the

wedge-shaped spacers 448A. Examples of such metals and resins have already been described in the description portion of the first embodiment. Also, the wedge-shaped spacers 448A are used for adhering the holding frame 443 and holding member 446, and taking into consideration the dimensional change due to heat, a material with a thermal expansion coefficient close to that of the holding frame 443 or holding member 446, or a material with a thermal expansion coefficient between that of the holding frame 443 and holding member 446, is preferably used. Particularly, forming the holding frame 443, the holding member 446, and the spacers 448A, of the same material, is preferable. Also, it is preferable that the thermal expansion coefficient of the material making up the components 443, 446, and 448A, is as close as possible to that of the glass making up the cross-dichroic prism 45.

[0137]

The base 445 is for mounting and fixing the cross-dichroic prism 45 in the center thereof. The base 445 is fixed to the lower housing 471 (Fig. 6) by screws or the like.

[0138]

Next, a manufacturing method of the optical device according to the present embodiment will be described. First, (a) First, the polarizing plate 442 is fixed to the cross-dichroic prism 45 (polarizing plate fixing step).

(b) The cross-dichroic prism 45 with the polarizing plate 442 fixed thereto is fixed on the center of the base 445 (base fixing step).

[0139]

(c) Also, the liquid crystal panel 441R is stored in the recessed frame member 444A of the holding frame 443. Subsequently, the

supporting plate 444B of the holding frame 443 is attached from the liquid crystal panel insertion side of the recessed frame member 444A, thereby storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B. Note that attaching of the supporting plate 444B to the recessed frame member 444A can be performed by engaging the hooks 444D of the supporting plate 444B with the hook engaging portions 444C of the recessed frame member 444A (light modulating device holding step).

[0140]

(d) Next, the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is stored between the left and right erected pieces 446D of the holding member 446, and brought into contact with the supporting piece 446K (holding frame mounting step).

(e-1) The contact faces 446G of the holding member 446 are adhered to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 with an adhesive agent (holding member mounting step). At this time, the holding member 446 is adhered to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 by surface tension of the adhesive agent.

(e-2) Wedge-shaped spacers 448A with adhesive agent coated thereupon are inserted between the inclined faces 446E formed on the inner side face of the erected pieces 446D and the perimeter 443E of the holding frame 443 (spacer mounting step). At this time, the spacers 448A are adhered to the inclined faces 446E and the perimeter face 443E of the holding frame 443, due to the surface tension of the adhesive agent.

(f) Further, in a state with the adhesive agent at the contact face of the holding member 446 and the cross-dichroic prism 45 and the adhesive agent coated on the wedge-shaped spacers 448A unhardened, the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is adjusted

(position adjusting step).

(g) Following performing positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the adhesive agent is hardened (adhesive agent hardening step).

[0141]

Positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B as to the cross-dichroic prism 45 in the position adjusting step in (f) above is performed as follows.

First, with regard to the liquid crystal panel 441G which faces the projecting lens 46 (Fig. 7, etc.) directly, alignment adjustment (X-axial direction, Y-axial direction,  $\theta$  direction adjustment) is performed with the plane of contact between the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 and the holding member 446 as a sliding face, and focus adjustment (Z-axial direction,  $X\theta$  direction,  $Y\theta$  direction adjustment) is performed by sliding the face of contact of the holding frame 443 and the holding member 446. That is to say, alignment adjustment can be made in a state wherein one of the cross-dichroic prism 45 and holding member 446 is fixed, by moving the other in the X-axial direction, Y-axial direction, and  $\theta$  direction. Also, focus adjustment can be made in a state wherein one of the holding frame 443 and holding member 446 is fixed, by moving the other in the Z-axial direction,  $X\theta$  direction, and  $Y\theta$  direction. At this time, the wedge-shaped spacers 448A slide in the direction shown by the arrow in Fig. 21 in accordance with the movement of the holding frame 443 or the holding member 446. Following adjusting the liquid crystal panel 441G to a predetermined position, the adhesive agent is hardened with hot air, a hot beam, ultraviolet rays, or the like.

Next, positional adjustment and fixing of the liquid crystal panels

441R and 441B are performed with the liquid crystal panel 441G regarding which positional adjustment and fixing has been completed, as a reference.

In the above manufacturing steps, an adhesive agent having excellent thermal conduction is used for the adhesive agent, as described with the first embodiment.

[0142]

Now, attaching of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the cross-dichroic prism 45 does not necessarily have to be performed in the above order. For example, in the event of using solder as an adhesive agent, an arrangement is sufficient wherein the parts are mounted without adhesive agent in the manufacturing steps (d), (e-1), and (e-2), and following the positional adjustment in (f), the cross-dichroic prism 45, holding member 446, spacers 448A, and holding frame 443 are fixed with solder. Also, in the above manufacturing step (e-2), wedge-shaped spacers 448A with adhesive agent coated thereupon were inserted between the inclined faces 446E formed on the inner side of the erected pieces 446D and the perimeter 443E of the holding frame 443, but an arrangement may be made wherein a thermal-conductive adhesive agent is filled in the gap between the perimeter of the holding frame 443 and the erected pieces 446D beforehand, to which the wedge-shaped spacers 448A are inserted. This is true for optical devices according to other embodiments which are manufactured with the same method as the present embodiment.

The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and cross-dichroic prism 45 thus integrated are fixed to the lower housing 471 (Fig. 6) by screws or the like, using the base 445 on the bottom.

[0143]



According to such a sixth embodiment, advantages the same as (10), (11), and (13) described in the description of the fourth embodiment can be obtained.

Also, the holding member 446 has protrusions 446F at the face of contact with the cross-dichroic prism 45, and these protrusions and the cross-dichroic prism 45 form a partial gap therebetween. This gap forms an air path for cooling the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the optical elements such as the polarizing plate and the like disposed in the vicinity thereof, which can prevent deterioration of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and the optical elements disposed in the vicinity thereof due to heat, thereby contributing to improved image quality.

Also, filling the gap between the perimeter of the holding frame 443 and the erected piece 446D widens the area of contact between the holding frame 443 and the holding member 446. Accordingly, the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be speedily dissipated to the holding member 446, thereby further improving the cooling efficiency of the light modulating devices.

Further, with the present embodiment, advantages the same as (6), (7), and (9) described in the description of the first embodiment can be obtained.

[0144]

<Seventh Embodiment>

The seventh embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the sixth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the sixth embodiment, attachment of the holding frame 443 to the holding member 446 was performed by two wedge-shaped spacers 448A each on the left and right sides.

Conversely, with the optical device according to the seventh embodiment, attachment of the holding frame 443 to the holding member 446 is performed by one wedge-shaped spacer 448B each on the left and right sides, as shown in Fig 22 or Fig 23. Specifically, a wedge-shaped spacer 448B is disposed over the entire length of the inclined face 446E of the erected piece 446D, forming the contact portion of the holding frame 443 and the holding member 446 at the top and bottom ends. Other configurations and manufacturing methods are the same as with the sixth embodiment.

According to such a seventh embodiment, advantages the same as the sixth embodiment can be obtained.

Using one wedge-shaped spacer 448B each on the left and right sides, and disposing the wedge-shaped spacers 448B over the entire length of the inclined faces 446E of the erected pieces 446D, increases the area of contact between the wedge-shaped spacers 448B and the holding frame 443, so the efficiency of dissipation from the holding frame 443 to the wedge-shaped spacers 448B can be further improved, and further, the cooling efficiency of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be further improved.

[0145]

<Eighth Embodiment>

The eighth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as

with the sixth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the sixth embodiment and seventh embodiment, fixing of the holding frame 443 to the holding member 446 was performed by multiple wedge-shaped spacers 448A or 448B.

Conversely, with the eighth embodiment, this differs in that this is performed by pins 447A erected from the four corners of the face of the holding frame 443 side of the holding member 446, and holes 443D formed in the four corners of the holding frame 443, as with the fourth embodiment and fifth embodiment, as shown in Fig. 24 or Fig. 25. Other configurations are the same as with the sixth embodiment. Now, the number of pins 447A is not restricted to four, with two or more being sufficient.

The manufacturing method of the optical devices according to the present embodiment is the same as that described with the fourth embodiment, except for the point that the step (b-2) does not exist.

According to such an eighth embodiment, the same advantages as with the sixth embodiment can be had.

#### <Ninth Embodiment>

The ninth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the seventh embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the first embodiment through the eighth embodiment, the holding frame 443 for holding the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B was configured of a recessed frame member 444A for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and a supporting plate 444B

for pressing and fixing the stored liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B.

Conversely, with the ninth embodiment, a holding frame 443F is configured of a recessed frame for supporting the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B. The light emitting side thereof is not pressed and fixed by the supporting plate 444B, but rather directly stored and held in storing space 446H of the holding member 446. Other configurations are the same as with the seventh embodiment.

[0146]

Also, the manufacturing method of the optical device according to the present embodiment is the same as that described above with the sixth embodiment, except for the point that the light modulating device holding step in (c) ends with only storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the holding frame 443F configured of a recessed member.

[0147]

According to such a ninth embodiment, the same advantages as with the sixth embodiment can be obtained.

Also, the holding frame 443F is formed with a recessed frame alone for supporting the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, so hook engaging portions for fixing the supporting plate 444B become unnecessary, as with the above-described first through eighth embodiments, and the recessed frame member 444A can be formed in a simple shape using a thinner plate. Further, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B directly come into contact with the holding material 446. Accordingly, thermal transfer from the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the holding member 446 is further

propagated, so the advantages of further improved heat dissipating properties can be obtained.

With the present embodiment, an arrangement may be made wherein the holding frame 443 and holding member 446 are fixed without using the spacers 448A. In this case, the erected pieces 446D of the holding member 446 and the perimeter of the holding frame 443F are made to face one another with a gap therebetween wherein focus adjustment is possible or a gap wherein both focus adjustment and alignment adjustment are possible, and following adjusting the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the holding member 446 and the holding frame 443 are fixed with adhesive agent. It is preferable that the adhesive agent is applied before adjusting the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and positional adjustment is performed in a state that the adhesive agent is unhardened. Also, the adhesive agent may be applied following adjustment and be hardened.

[0148]

<Tenth Embodiment>

The tenth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the sixth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the first embodiment through the eighth embodiment, the holding frame 443 for holding the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B was configured of a recessed frame member 444A for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and a supporting plate 444B for pressing and fixing the stored liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B.

Conversely, with the tenth embodiment, a holding frame 443G is configured of a supporting plate for supporting the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, as shown in Fig 28 or Fig 29.

[0149]

The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored and held in storing space 446H of the holding member 446, and the light incident side of the liquid crystal panel 441R is pressed and fixed by the holding frame 443G configured of the supporting plate. The holding frame 443G configured of the supporting plate, and the holding member 446, are fixed by engaging of hooks 444D provided on the holding frame 443G and hook engaging portions 446I provided on the holding member 446.

Further, the holding member 446 according to the sixth embodiment had inclined faces 446E at the inner side of the erected pieces 446D for the spacers 448A to be inserted thereto (see Fig. 20), but the holding member 446 according to the present embodiment has no such inclined faces 446E. Instead, through holes 446J exposed on the left and right sides of the holding member 446 are provided on the erected pieces 446D of the holding member 446. The spacers 448A are inserted between the light emitting face of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and the face of the holding member 446 at the side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, from the outside of the holding member 446 through the through holes 446J. While three of the spacers 448A and through holes 446J are provided for each, this may be two, four, or more. Other configurations are the same as with the sixth embodiment.

[0150]

The manufacturing method for the optical device according to the present embodiment is carried out as follows.

(a) The polarizing plate 442 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 (polarizing plate fixing step).

(b) The cross-dichroic prism 45 with the polarizing plate 442 fixed thereto is fixed on the upper center of the base 445 (base fixing step).

(c) The contact faces 446G of the holding member 446 are adhered to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 (holding member fixing step).

(d) The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored in the storing space 446H of the holding member 446 (light modulating device holding step).

(e) The holding frame 443G configured of the supporting plate is attached from the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the hooks 444D are engaged with the hook engaging portions 444C on the holding member 446, and the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are pressed and fixed (holding frame mounting step).

(f) Wedge-shaped spacers 448A are inserted into through holes 446J provided on the left and right side faces of the holding member 446, and moved while being brought into contact with both the face on the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B side of the holding member 446 and the light emitting face of the liquid crystal panels liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, thereby adjusting the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B (position adjusting step).

(g) Subsequently, the adhesive agent is hardened (adhesive agent hardening step).

[0151]

According to such a tenth embodiment, the same advantages as with

the sixth embodiment can be obtained.

Also, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B directly come into contact with the holding member 446. Accordingly, thermal transfer from the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the holding member 446 is further propagated, so the advantages of further improved heat dissipating properties can be obtained.

[0152]

<Eleventh Embodiment>

The eleventh embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, parts having the same structure as with the eighth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the eighth embodiment, the holding member 446 was directly fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45. Conversely, with the eleventh embodiment, a sapphire plate 451 with relatively high thermal conductivity is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45, and the holding member 446 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 across the sapphire plate 451.

Specifically, as shown in Fig. 30 or Fig. 31, a sapphire plate 451 is fixed by adhesion to almost the entire surface of the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 using double-side tape or adhesive agent, and the polarizing plate 442 is applied to the liquid crystal panel corresponding portion at the center portion of the sapphire plate 451 using double-side tape or adhesive agent. Also, the protrusions 446F of the holding member 446 are fixed by adhesive agent to the sapphire plate 451.



[0153]

Further, as shown in Fig. 32, an adhesive agent 449 having thermal conductivity is filled in the gap between the sapphire plate 451 and the base 445, joining these in a thermally conductible manner. Note that other configurations are the same as with the eighth embodiment.

The manufacturing method for the optical device according to the present invention is the same as with the eighth embodiment, except for the point that a sapphire plate 451 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 using double-side tape or adhesive agent, following which the polarizing plate 442 is applied to the sapphire plate 451 using double-side tape or adhesive agent, and the point that the holding member 446 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 across the sapphire plate 451.

As for the adhesive agent for adhesion of the mutual interfaces of the dichroic prism 45, sapphire plate 451, holding member 446, and base 445, an adhesive agent with excellent thermal conductivity as described in the first embodiment is used.

Also, for the configuration for joining the base 445 and the sapphire plate 451 so as to enable thermal conduction, an arrangement may be made wherein a thermal-conductive sheet with carbon mixed in, or spacer members or the like formed of thermal-conductive material are introduced so as to directly fix the sapphire plate 451 to the lower housing 471, instead of filling the adhesive agent with thermal conductivity between these. In this case, in addition to adhesive agent with thermal conductivity, mechanical fixing using screws or the like, can also be used for fixing the thermal-conducting sheet or spacer members.

[0154]

According to such an eleventh embodiment, the following advantages can be obtained, in addition to advantages the same as those of the eighth embodiment.

In addition to cooling using the air path between the cross-dichroic prism 45 and the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the heat in the vicinity of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be conducted and dissipated in the order of the holding frame 443, pins 447A of the holding member 446, holding member 446, sapphire plate 451, base 445, and lower housing 471, so even in the event that the prism 45 is made of glass such as BK7 with a relatively low thermal conductivity, the cooling capabilities of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be greatly improved. Accordingly, even in the event that the luminance of the projector is raised, deterioration of the liquid crystal panel can be suppressed, and stable images can be maintained.

Also, the configuration according to the present embodiment wherein the holding member 446 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 with a sapphire plate introduced between, and the sapphire plate and the base are joined in a thermally conductible manner, can also be applied to the fourth through tenth embodiments. This enables advantages such as improved cooling capabilities, suppression of deterioration of the liquid crystal panel, and maintaining stable image quality, to be obtained with the fourth through tenth embodiments as well.

[0155]

<Twelfth Embodiment>

The twelfth embodiment according to the present invention will be

described next.

In the following description, the same structures and the same parts as with the sixth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the sixth embodiment, the holding member 446 was fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45.

Conversely, with the twelfth embodiment, the holding member 446 is fixed to the base 445, as shown in Fig. 33 or Fig. 34. Further, the top portion of opposing holding members 446 are linked by a frame linking member 452.

Other configurations are the same as with the sixth embodiment.

[0156]

The following is a description of the manufacturing method of the optical device according to the present embodiment.

(a) The polarizing plate 442 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 (polarizing plate fixing step).

(b) The cross-dichroic prism 45 with the polarizing plate 442 fixed thereto is fixed on the upper center of the base 445 (base fixing step).

(c) Also, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored in the recessed frame member 444A of the holding frame 443. Further, the supporting plate 444B is attached to the recessed frame member 444A from the light emitting side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, thereby pressing and fixing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B so as to hold. Note that attaching of the supporting plate 444B to the recessed frame can be performed by engaging the hooks 444D of the supporting plate 444B with the hook engaging

portions 444C of the recessed frame member 444A (light modulating device holding step).

[0157]

(e-1") Also, the contact faces 446G of the holding member 446 are adhered to the end faces of the base 445 on three sides, with an adhesive agent (holding member fixing step).

(d-1) Further, a frame linking member 452 is fixed by adhesion between holding members 446 at the synthesized light emitting side (linking member fixing step). This frame linking member 452 can be used as an attachment helper plate for the projecting lens 46.

[0158]

(d-2) Next, the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is stored between the left and right erected pieces 446D of the holding member 446, and brought into contact with the supporting piece 446K (holding frame mounting step).

(e-2) Wedge-shaped spacers 448A with adhesive agent coated thereupon are inserted between the inclined faces 446E formed on the inner side face of the erected pieces 446D and the perimeter 443E of the holding frame 443 (spacer mounting step). At this time, the spacers 448A are adhered to the inclined faces E and the perimeter 443E of the holding frame 443, due to the surface tension of the adhesive agent.

(f') Further, in a state with the adhesive agent coated on the wedge-shaped spacers 448A unhardened, the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is adjusted (position adjusting step).

(g) Following performing positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the adhesive agent is hardened (adhesive agent hardening step).

An adhesive agent having excellent thermal conductivity such as

that described in the first embodiment is used for the adhesive agent in the above manufacturing steps.

[0159]

Now, the above has been a description of the configuration wherein, the base 445, holding members 446, and linking member 452 are configured as separate parts, which are fixed and integrated at the time of assembling, but a formed unit 460 wherein these are integrally formed as shown in Fig. 35 may be used.

The manufacturing method of the optical device in this case is as described next.

(a) The polarizing plate 442 is fixed to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 (polarizing plate fixing step).

(b) Subsequently, the cross-dichroic prism 45 with the polarizing plate 442 fixed thereto is inserted from above the formed unit 460, and fixed on the upper center of the base 445 (formed unit fixing step).

(c) Also, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored in the recessed frame member 444A of the holding frame 443. Further, the supporting plate 444B is attached to the recessed frame member 444A from the light emitting side of the liquid crystal panel 441R, thereby pressing and fixing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B so as to hold. Note that attaching of the supporting plate 444B to the recessed frame can be performed by engaging the hooks 444D of the supporting plate 444B with the hook engaging portions 444C of the recessed frame member 444A (light modulating device holding step).

(d-2) Next, the holding frame 443 storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is stored between the left and right erected pieces 446D of the holding member 446, and brought into contact with the supporting piece 446K (holding frame mounting step).

[0160]

(e-2) Wedge-shaped spacers 448A with adhesive agent coated thereupon are inserted between the inclined faces 446E formed on the inner side face of the erected pieces 446D and the perimeter 443E of the holding frame 443 (spacer mounting step). At this time, the spacers 448A are adhered to the inclined faces E and the perimeter 443E of the holding frame 443, due to the surface tension of the adhesive agent.

(f') Further, in a state with the adhesive agent coated on the wedge-shaped spacers 448A unhardened, the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is adjusted (position adjusting step).

(g) Following performing positional adjustment of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the adhesive agent is hardened (adhesive agent hardening step).

Thus, by employing a formed unit wherein the base 445 and holding member 446 are integrated, the holding member fixing step and linking member fixing step can be omitted, so the optical device can be readily assembled. Also, it is not necessary to integrally form all of the base 445, holding members 446, and linking member 452, rather, the same advantages can be obtained in cases wherein only two of these are integrally formed, as well.

[0161]

Now, attaching of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the cross-dichroic prism 45 does not necessarily have to be performed in the above order. For example, in the event of using solder as an adhesive agent, an arrangement is sufficient wherein the parts are mounted without adhesive agent in the manufacturing steps (d-1), (d-2), (e-1"), and (e-2), and following the positional adjustment in (f'), the holding member 446, spacers 448A, holding frame 443, and linking member

452 are fixed with solder. Also, the holding members 446 and frame linking member 452 may be mechanically fixed by screws or the like, instead of adhesive agent. Also, with the above manufacturing step (e-2), wedge-shaped spacers 448A with adhesive agent coated thereupon were inserted between the inclined faces 446E formed on the inner side faces of the erected pieces 446D and the perimeter 443E of the holding frame 443, but an arrangement may be made wherein a thermal-conductive adhesive agent is filled in the gap between the perimeter of the holding frame 443 and the erected piece 446D beforehand, to which the wedge-shaped spacers 448A are inserted. This is true for optical devices of the other embodiments manufactured with the same manufacturing method as the present embodiment.

The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B and cross-dichroic prism 45 thus integrated are fixed to the lower housing 471 (Fig. 6) by screws or the like, using the base 445 on the bottom.

[0162]

According to such a twelfth embodiment, advantages the same as (1), (2), (5), (6), (7), and (9) described with the first embodiment can be obtained.

Also, by linking the top portions of the holding members 446 with a frame linking member 452, the holding members 446 can be held and fixed in a stable manner, while the temperature distribution of the holding members 446 can be made uniform, thereby improving thermal transfer.

Also, integrally forming at least two of the base 445, holding member 446, and linking member 452 makes dissipation of heat from the holding frame to the base, to the holding member and to the linking member to be carried out smoothly, thereby further improving the cooling capabilities of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B.

Further, filling the gap between the perimeter of the holding frame 443 and the erected pieces 446D with a thermal-conductive adhesive agent widens the area of contact between the holding frame 443 and the holding member 446. Accordingly, the heat generated at the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be speedily dissipated to the holding member 446, further improving the cooling efficiency of the light modulating devices.

[0163]

<Thirteenth Embodiment>

The thirteenth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, the same structures and the same parts as with the twelfth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the twelfth embodiment, attachment of the holding frame 443 to the holding member 446 was performed by two wedge-shaped spacers 448A each on the left and right sides.

Conversely, with the optical device according to the thirteenth embodiment, attachment of the holding frame 443 to the holding member 446 is performed by one wedge-shaped spacer 448B each on the left and right sides, as shown in Fig 36 or Fig 37. Specifically, a wedge-shaped spacer 448B is disposed over the entire length of the inclined face 446E of the erected piece 446D, forming the contact portion of the holding frame 443 and the holding member 446 at the top and bottom ends. Also, as shown in Fig. 38, a formed unit 470 wherein the base 445, holding members 446, and linking member 452, or two of these, are integrally formed, may be used with the present embodiment as well. Other



configurations and manufacturing methods are the same as with the twelfth embodiment.

According to such a thirteenth embodiment, advantages the same as the twelfth embodiment can be obtained.

Also, using one wedge-shaped spacer 448B each on the left and right sides, and disposing the wedge-shaped spacers 448B over the entire length of the inclined faces 446E of the erected pieces 446D, increases the area of contact between the wedge-shaped spacers 448B and the holding frame 443, so the dissipation properties from the holding frame 443 to the wedge-shaped spacers 448B can be further improved, and further, the cooling efficiency of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be further improved.

[0164]

<Fourteenth Embodiment>

The fourteenth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, the same structures and the same parts as with the twelfth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the optical device according to the twelfth embodiment and thirteenth embodiment, fixing of the holding frame 443 to the holding member 446 was performed by multiple wedge-shaped spacers 448A or 448B.

Conversely, with the fourteenth embodiment, this differs in that this is performed by pins 447A erected from the four corners of the holding frame 443 of the holding member 446, and holes 443D formed in the four corners of the holding frame 443 corresponding to the pins 447A, as shown in Fig. 39 or Fig. 40. Other configurations are the same as with the twelfth embodiment. Now, the positions of the pins do not need

to be at the corners of the holding member 446. Also, the number of pins 447A is not restricted to four, with two or more being sufficient.

Also, as shown in Fig. 41, a formed unit 470 wherein the base 445, holding members 446, and linking member 452, or two of these, are integrally formed, may be used with the present embodiment as well.

The manufacturing method of the optical device according to the present embodiment is almost the same as that described with the twelfth embodiment, except for the point that the pins 447A of the holding member 446 are inserted into the holes 443D of the holding frame 443 along with the adhesive agent in the holding frame mounting step (d-2), and the point that the spacer mounting step (e-2) does not exist.

[0165]

According to such an eleventh embodiment, advantages the same as (3) described with the first embodiment can be obtained, in addition to advantages the same as the twelfth embodiment.

[0166]

#### <Fifteenth Embodiment>

The fifteenth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, the same structures and the same parts as with the thirteenth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the twelfth embodiment through the fourteenth embodiment, the holding frame 443 for holding the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B was configured of a recessed frame member 444A for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and a supporting plate 444B for pressing and fixing the stored liquid crystal panels 441R, 441G, and

441B.

Conversely, with the fifteenth embodiment, a holding frame 443F is configured of a recessed frame for supporting the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, as shown in Figs. 42 and 43. The light emitting side thereof is not pressed and fixed by the supporting plate 444B, but rather directly stored and held in storing space 446H of the holding member 446. Also, as shown in Fig. 38, a formed unit 470 wherein the base 445, holding members 446, and linking member 452, or two of these, are integrally formed, may be used with the present embodiment as well. Other configurations are the same as with the thirteenth embodiment.

Also, the manufacturing method of the optical device according to the present embodiment is the same as that described above with the thirteenth embodiment, except for the point that the light modulating device holding step in (c) ends with only storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B in the holding frame 443F configured of the recessed frame.

[0167]

According to such a fifteenth embodiment, advantages the same as the twelfth embodiment can be obtained.

Also, the holding frame 443F is configured only with the recessed frame for supporting the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, doing away with the need for the hook engaging portions for fixing the supporting plate 444B as with the first through eighth embodiments described above, and a plate member thinner than the recessed frame member 444A can be used and formed into a simple shape. Further, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B directly come into contact with the holding member 446. Accordingly, thermal

transfer from the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the holding member 446 is further propagated, so the advantages of further improved heat dissipating properties can be obtained.

With the present embodiment, an arrangement may be made wherein the holding frame 443 and holding member 446 are fixed without using the spacers 448A. In this case, the erected pieces 446D of the holding member 446 and the perimeter of the holding frame 443F are made to face one another with a gap therebetween wherein focus adjustment is possible or a gap wherein both focus adjustment and alignment adjustment are possible, and following adjusting the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the holding member 446 and the holding frame 443 are fixed with adhesive agent. It is preferable that the adhesive agent is applied before adjusting the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and positional adjustment is performed in a state that the adhesive agent is unhardened. Also, the adhesive agent may be applied following adjustment and be hardened.

[0168]

<Sixteenth Embodiment>

The sixteenth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, the same structures and the same parts as with the twelfth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the twelfth embodiment through the fourteenth embodiment, the holding frame 443 for holding the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B was configured of a recessed frame member 444A for storing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and a supporting plate 444B for pressing and fixing the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B.

Conversely, with the sixteenth embodiment, a holding frame 443G is configured of a supporting plate for supporting the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, as shown in Fig 44 or Fig 45.

The liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored and held in storing space 446H of the holding member 446, and the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is pressed and fixed by the holding frame 443G configured of the supporting plate. The holding frame 443G configured of the supporting plate, and the holding member 446, are fixed by engaging of hooks 444D provided on the holding frame 443G and hook engaging portions 446I provided on the holding member 446.

[0169]

Further, the holding member 446 according to the twelfth embodiment had inclined faces 446E where the spacers 448A are inserted at the inner side of the erected pieces 446D (see Fig. 34), but the holding member 446 according to the present embodiment has no such inclined faces 446E. Instead, through holes 446J exposed on the left and right sides of the holding member 446 are provided on the erected pieces 446D of the holding member 446. The spacers 448A are inserted between the light emitting face of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, and the face of the holding member 446 at the side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, from the outside of the holding member 446, through the through holes 446J. While three each of the spacers 448A and through holes 446J are provided, this may be two, four, or more. Other configurations are the same as with the twelfth embodiment.

[0170]

The manufacturing method for the optical device according to the

present embodiment is carried out as follows.

(a) First, the polarizing plate 442 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 (polarizing plate fixing step).

(b) The cross-dichroic prism 45 with the polarizing plate 442 fixed thereto is fixed on the center of the upper face of the of the base 445 (base fixing step).

(c) Also, the holding members 446 are adhered to the three sides of the base 445, using the contact faces 446G of the protrusions 446F thereof (holding member adhesion step).

(d-1) Further, the frame linking member 452 is fixed by adhesion between holding members 446 at the synthesized light emitting side, using an adhesive agent having thermal conductivity (linking member fixing step).

[0171]

(d-2) Also, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are stored in the storing space 446H of the holding member 446 (light modulating device holding step).

(e) The holding frame 443G configured of the supporting plate is attached from the light incident side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the hooks 444D are engaged with the hook engaging portions 446C on the holding member 446, and the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B are pressed and fixed (holding frame mounting step).

[0172]

(f) Wedge-shaped spacers 448A are inserted into through holes 446J provided on the left and right side faces of the holding member 446, and moved while being brought into contact with both the face on the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B side of the holding member 446 and

the light emitting face on the side of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, thereby adjusting the position of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B (position adjusting step).

(g) Subsequently, the adhesive agent is hardened (adhesive agent hardening step).

Note that the holding members 446 and frame linking member 452 may be mechanically fixed by screws or the like, instead of adhesive agent.

[0173]

According to such a sixteenth embodiment, advantages the same as the twelfth embodiment can be obtained. Also, the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B directly come into contact with the holding member 446. Accordingly, thermal transfer from the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B to the holding member 446 is further propagated, so the advantages of further improved heat dissipating properties can be obtained.

[0174]

#### <Seventeenth Embodiment>

The seventeenth embodiment according to the present invention will be described next.

In the following description, the same structures and the same parts as with the twelfth embodiment are denoted with the same reference numerals, and detailed description thereof will be omitted or simplified.

With the twelfth embodiment, the holding member 446 was fixed by adhesion directly to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45. Conversely, with the seventeenth embodiment, a sapphire plate 451 with relatively high thermal conductivity is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45, and the holding member 446 is fixed by adhesion to the sides of the

base 445 across the sapphire plate 451.

Specifically, as shown in Fig. 46 and Fig. 47, a sapphire plate 451 is fixed by adhesion to almost the entire surface of the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 using double-side tape or adhesive agent, and the polarizing plate 442 is applied to the liquid crystal panel corresponding face at the center portion of the sapphire plate 451 using double-side tape or adhesive agent. Also, the protrusions 446F of the holding member are fixed by adhesion to the sapphire plate 451.

[0175]

Further, as shown in Fig. 47, an adhesive agent 449 having excellent thermal conductivity is filled in the gap between the sapphire plate 451 and the base 445, joining these in a thermally conductible manner. Other configurations are the same as with the twelfth embodiment.

Also, the manufacturing method for the optical device according to the present embodiment is the same as with the twelfth embodiment, except for the point that a sapphire plate 451 is fixed by adhesion to the light flux incident end face of the cross-dichroic prism 45 using double-side tape or adhesive agent, following which the polarizing plate 442 is applied to the sapphire plate 451 using double-side tape or adhesive agent, and the point that the holding member 446 is fixed by adhesion to the side face of the base 445 across the sapphire plate 451.

As for the adhesive agent for adhesion of the mutual interfaces of the base 445, sapphire plate 451, and holding member 446, an adhesive agent with excellent thermal conductivity as described in the first embodiment is used.

[0176]



Also, for the configuration for joining the base 445 and the sapphire plate 451 so as to enable thermal conduction, an arrangement may be made wherein a thermal-conductive sheet with carbon mixed in, or spacer members or the like formed of thermal-conductive material are introduced so as to directly fix the sapphire plate 451 to the lower housing 471, instead of filling the adhesive agent with thermal conductivity between these. In this case, in addition to adhesive agent with thermal conductivity, mechanical fixing using screws or the like, can also be used for fixing the thermal-conducting sheet or spacer members.

Also, though omitted in the drawings, an arrangement may be made wherein the sapphire plate 451 is made smaller than the dimension between the protrusions 446F provided on the left and right edges of the holding member 446, so that the sapphire plate 451 is positioned between the protrusions of the holding member 446 at the time of fixing the holding member 446 to the base 445 side face.

[0177]

According to such a seventeenth embodiment, the following advantages can be obtained, in addition to advantages the same as those of the twelfth embodiment.

In addition to cooling using the air path between the cross-dichroic prism 45 and the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B, the heat in the vicinity of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be conducted and dissipated in the order of the holding frame 443, holding member 446, sapphire plate 451, base 445, and lower housing 471, so even in the event that the prism 45 is made of glass with a relatively low thermal conductivity such as BK7 or the like, the cooling capabilities of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B can be

greatly improved. Accordingly, even in the event that the luminance of the projector is raised, deterioration of the liquid crystal panel can be suppressed, and stable image quality can be maintained.

Also, the configuration according to the present embodiment wherein a sapphire plate 451 is used can also be applied to the first through third embodiments, and the twelfth through sixteenth embodiments. This enables advantages such as improved cooling capabilities, suppression of deterioration of the liquid crystal panel, and maintaining stable image quality, to be obtained with the first through third embodiments and the twelfth through sixteenth embodiments, as well.

[0178]

Though various embodiments of the present invention have been described, the present invention is not restricted to the above embodiments, but rather includes other configurations and the like capable of achieving the objects of the present invention. For example, the following modifications are also encompassed by the present invention.

For example, in the first, fourth, fifth, eighth, and eleventh embodiments, the holding member 446 comprises pins 447A erected from a rectangular plate-shaped member 446A, with the pins 447A having a generally column-like shape, but may have a form wherein the top side is smaller in diameter than the base. For example, as shown in Fig. 48, a generally conical structure which grows narrower from the base toward the tip may be assumed. With such a shape wherein the tip side of the pin 447A is smaller in diameter than the base, the holding member 446 and the holding frame 443 can be efficiently fixed in a short time and in a sure manner with a photo-curing adhesive agent such as an ultraviolet effect adhesive agent or the like. The reason is that at

the time of irradiating light from the tip portion of the pins 447A for hardening the adhesive agent, the reflection and absorption of light at the tip portion of the pins 447A is reduced, and sufficient light is irradiated to the adhesive agent existing at the contact portion between the pins 447A and the holding frame 443. Such a structure is particularly preferable in the event that the holding member 446 is configured of metal.

[0179]

Also, the shape of the bases 445 according to the first embodiment through the third embodiment may be a tapered shape, as shown in Fig. 49. Fig. 49 (A) shows a plan view of a base 445, and Fig. 49 (B) shows a cross-sectional view along line B-B in Fig. 49 (A). Due to the shape of the base 445 being formed thus, the holding member 446 and the holding frame 443 can be efficiently fixed in a short time and in a sure manner with a photo-curing adhesive agent such as an ultraviolet curing adhesive agent or the like. The reason is that at the time of irradiating ultraviolet rays from above the base 445 to the gap between the base 445 and the holding member 446 for joining the base 445 and the holding member 446, the reflection and absorption of light at the corners of the base 445 is reduced, and sufficient light is irradiated to the adhesive agent existing in the gap between the base 445 and the holding member 446. Now, while a case wherein light is irradiated from above the base 445 has been described here, in the event of irradiating light from below the base 445 fixed on the lower side of the cross-dichroic prism 45, the edges of the base 445 fixed below can be tapered. Also, the configuration wherein the corners of the base 445 is tapered can also be applied to the twelfth through seventeenth embodiments.

[0180]

Also, in the first through fifth, eighth, eleventh, and fourteenth embodiments, the holding member 446 and holding frame 443 were fixed through pins 447A or erected pieces 447B with a general L-shape when viewed from the front, but the form of the pins 447A or erected pieces 447B are not restricted to forms such as shown in Figs. 8 and 9, 15, 16, and so forth. That is to say, anything will suffice for the shape of the pins 447A or erected pieces 447B, as long as the shape allows the holding member 446 and the holding frame 443 to be fixed.

Also, with regard to the shape of the engaging grooves 446C provided to the holding member 446 in the first through third embodiments, the shape is not restricted to that such as shown in Figs. 9, 15, and 16. That is to say, anything will suffice for the shape so long as it is capable of supporting the polarizing plate 442.

[0181]

Further, with regard to the position of the base 445 or the way of attaching the base 445 and the lower housing 471 as well, the present invention is not restricted to the configurations shown in the above embodiments.

For example, with the first through third embodiments, bases 445 are provided on the top and bottom faces of the cross-dichroic prism 45 (both of a pair of end faces intersecting the light flux incident end face), but this may be changed to a configuration using a base 445 and linking member 452, as with the twelfth through seventeenth embodiments. Or, conversely, the configuration of the twelfth through seventeenth embodiments using a base 445 and linking member 452 may be changed to the configuration wherein bases 445 are provided on the top and bottom faces of the prism 45 as with the first through third embodiments.

[0182]

Also, with the first through third embodiments, the optical device is fixed to the lower housing 471 by a base 445 fixed to the upper face of the prism 45, but may be fixed to the lower housing 471 by a base fixed to the lower face of the prism 45, as with the other embodiments. Also, with the first through fourth embodiments, the attachment portion 445B to the lower housing 471 of the optical device was provided to the base 445 fixed to the upper face of the cross-dichroic prism 45, but this may be formed on the base 445 fixed to the lower face of the cross-dichroic prism 45. However, the arrangement wherein the attachment portion 445B is formed on the base 445 fixed to the upper face of the cross-dichroic prism 45 as with the embodiments is advantageous in that the optical device can be readily mounted to and detached from the lower housing 471. Also, the optical devices according to the fifth through seventeenth embodiments may be arranged so that fixation to the lower housing 471 is made by a base 445 fixed to the upper face of the prism 45, as with the first through fourth embodiments.

[0183]

Further, with the first through fourth embodiments, the optical device was fixed on an attached portion 473 provided on bosses 476 on the lower housing 471, but the structure of attaching the optical device is not restricted to this. That is to say, the position, form, etc., for attachment of the optical device can be arbitrarily decided. Also, the form of the attaching portion 445B provided to the base 445 can also be arbitrarily decided, and is not restricted to the shaped in the embodiments described above. Also, the bosses 476 of the lower housing 471 were integrally provided with the head portion 49 and holding pieces 477, but each may be provided individually.

[0184]

With the fourth embodiment, a partial gap was not formed between the cross-dichroic prism 45 and the holding member 446, but a partial gap may be formed between the cross-dichroic prism 45 and the holding member 446 as with the sixth through seventeenth embodiments. Assuming such a configuration allows the advantages described with the sixth embodiment (23) to be obtained.

[0185]

Also, in the twelfth through sixteenth embodiments, thermal-conductive adhesive agent may be filled in the gap formed between the cross-dichroic prism 45 and the holding member 446. In this case, a heat conducting path from the holding member 446 to the cross-dichroic prism 45 and to the base 445 is formed, so cooling of the liquid crystal panels 441R, 441G, and 441B is further promoted.

[0186]

In the above embodiments, the cross-dichroic prism 45 was configured of a prism of a material such as optical glass, crystal, sapphire, etc., and dielectric substance multi-layer films, but the configuration of the prism 45 is not restricted to these. For example, a configuration may be used wherein cross-mirrors are placed in a generally cubic or a cubic container formed of glass or the like, and the container is filled with a fluid. That is to say, any configuration will suffice for the prism 45 as long as it has functions for synthesizing color light, and light flux incident side faces for attaching light modulating devices.

Further, with the embodiments, an example has been given of a projector using three light modulating devices, but the present invention is also applicable to a projector using one light modulating device, a projector using two light modulating devices, or a projector

using four or more light modulating devices.

[0187]

Also, with the above embodiments, liquid crystal panels were used as light modulating devices, but light modulating devices other than liquid crystal may be used, such as devices using micro-mirrors.

Further, with the present embodiment, transmission type light modulating devices wherein the light incident face and the light emitting face are different were used, but reflection type light modulating devices wherein the light incident face and the light emitting face are the same may be used.

[0188]

Moreover, with the present embodiment, only an example of front-type projector wherein projection is performed from the side of observation of the screen has been given, but the present invention is also applicable to rear-type projectors wherein projection is performed from the opposite side from the side of observation of the screen.

[0189]

#### [Advantages]

With the liquid crystal panel attaching structure according to the present invention, in addition to cooling of the liquid crystal panel using fans, the heat of the liquid crystal panel can be thermally conducted through the holding frame, holding members, etc., in an effective manner, and dissipated, so the cooling capabilities of the liquid crystal panel can be greatly improved.

Also, with the projector according to the present invention using the above optical device, higher luminance, higher reliability, and extended lifetime, of the device can be achieved due to the improved cooling capabilities thereof, while the fans and power source used for

cooling can be omitted or reduced in size, thereby enabling reduced size and low noise of the device.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is an overall perspective view viewing from above a projector according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a an overall perspective view viewing from below a projector according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a perspective diagram illustrating the inside of a projector relating to an embodiment of the present invention, and specifically is a diagram wherein the upper case of the projector has been removed from the state shown in Fig. 1.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a perspective diagram illustrating the inside of a projector relating to an embodiment of the present invention, and specifically is a diagram wherein the shield plate, driver board, and upper housing have been removed from the state shown in Fig. 3.

[Fig. 5]

Fig. 5 is a perspective diagram illustrating the inside of a projector relating to an embodiment of the present invention, and specifically is a diagram wherein the optical unit has been removed from the state shown in Fig. 4.

[Fig. 6]

Fig. 6 is a perspective view viewing the optical unit according to an embodiment of the present invention from the lower side.

[Fig. 7]



Fig. 7 is a plan view schematically illustrating the optical system of a projector according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 8]

Fig. 8 is a perspective view viewing the optical system according to a first embodiment from above.

[Fig. 9]

Fig. 9 is a disassembled perspective view representing the structure of the optical device according to the first embodiment.

[Fig. 10]

Fig. 10 is a perspective view illustrating the attachment position of the optical device according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 11]

Fig. 11 is a plan view illustrating an optical unit according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 12]

Fig. 12 is a cross-sectional diagram along line XII-XII in Fig. 11.

[Fig. 13]

Fig. 13 is an enlarged diagram of the XIII portion shown in Fig. 12.

[Fig. 14]

Fig. 14 is a plan view illustrating the principal portions of the optical unit according to an embodiment of the present invention in an enlarged manner.

[Fig. 15]

Fig. 15 is a disassembled perspective view representing the structure of the optical unit according to a second embodiment.

[Fig. 16]

Fig. 16 is a disassembled perspective view representing the

structure of the optical unit according to a third embodiment.

[Fig. 17]

Fig. 17 is a disassembled perspective view representing the structure of the optical unit according to a fourth embodiment.

[Fig. 18]

Fig. 18 is a disassembled perspective view illustrating the principal components of a fifth embodiment.

[Fig. 19]

Fig. 19 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a sixth embodiment.

[Fig. 20]

Fig. 20 is a disassembled view of Fig. 19.

[Fig. 21]

Fig. 21 is an explanatory diagram illustrating the placement and operations of wedge-shaped spacers in the sixth embodiment.

[Fig. 22]

Fig. 22 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a seventh embodiment.

[Fig. 23]

Fig. 23 is a disassembled view of Fig. 22.

[Fig. 24]

Fig. 24 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to an eighth embodiment.

[Fig. 25]

Fig. 25 is a disassembled view of Fig. 24.

[Fig. 26]

Fig. 26 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a ninth embodiment.

[Fig. 27]

Fig. 27 is a disassembled view of Fig. 26.

[Fig. 28]

Fig. 28 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a tenth embodiment.

[Fig. 29]

Fig. 29 is a disassembled view of Fig. 28.

[Fig. 30]

Fig. 30 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to an eleventh embodiment.

[Fig. 31]

Fig. 31 is a disassembled view of Fig. 30.

[Fig. 32]

Fig. 32 is an explanatory diagram illustrating a sapphire plate and base applied to the prism.

[Fig. 33]

Fig. 33 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a twelfth embodiment.

[Fig. 34]

Fig. 34 is a disassembled view of Fig. 33.

[Fig. 35]

Fig. 35 is a perspective diagram wherein the base and the holding members in the twelfth embodiment are integrally formed.

[Fig. 36]

Fig. 36 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a thirteenth embodiment.

[Fig. 37]

Fig. 37 is a disassembled view of Fig. 36.

[Fig. 38]

Fig. 38 is a perspective diagram wherein the base and the holding members in the thirteenth embodiment are integrally formed.

[Fig. 39]

Fig. 39 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a fourteenth embodiment.

[Fig. 40]

Fig. 40 is a disassembled view of Fig. 39.

[Fig. 41]

Fig. 41 is a perspective diagram wherein the base and the holding members in the fourteenth embodiment are integrally formed.

[Fig. 42]

Fig. 42 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a fifteenth embodiment.

[Fig. 43]

Fig. 43 is a disassembled view of Fig. 42.

[Fig. 44]

Fig. 44 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a sixteenth embodiment.

[Fig. 45]

Fig. 45 is a disassembled view of Fig. 44.

[Fig. 46]

Fig. 46 is a perspective view representing the structure of the optical unit according to a seventeenth embodiment.

[Fig. 47]

Fig. 47 is an explanatory diagram illustrating a sapphire plate and base applied to the prism.

[Fig. 48]

Fig. 48 is an enlarged diagram illustrating a modification example of the shape of the pins of the holding member.

[Fig. 49]

Fig. 49 is a plan view and cross-sectional view illustrating a modification example of the shape of the base.

[Reference Numerals]

1 Projector

441, 441R, 441G, 441B Liquid crystal panel

442 Polarizing plates at light flux incident side and emitting side

443 Holding frame

443D Hole

443C Opening

444A Recessed frame

444B Supporting plate

445 Base

445A Recess

445B Attaching portion

446 Holding member

446A Rectangular plate-shaped member

446B Opening

446C Engaging groove

446D Rib which is an erected piece

446F Protrusion

446K Supporting piece

446M Supporting face

446M1 Supporting face

447A Pin which is a protrusion

447B, 447C Erected pieces

448A, 448B, 448C Wedge-shaped spacers

45 Cross-dichroic prism

47 Optical parts housing

473 Attaching portion for housing

[Name of Document]                      ABSTRACT

[Abstract]

[Object]    To provide a structure for attaching a liquid crystal panel to a prism, which enables further improvement in cooling capabilities.

[Solving Means]    A storing member fixed on a base 445 and holding a holding frame 443 wherein a liquid crystal panel 441R is held, wherein erected pieces 446D for forming a space for receiving the holding frame 443 are formed protruding on both left and right sides at the light incident side, and wherein protrusions 446F for forming an air path with a cross-dichroic prism 45 are formed on both left and right sides on the light emitting side, and wherein the liquid crystal panel 441R is attached to the cross-dichroic prism 45 through a holding member 446 having an opening 446B at a portion corresponding to the panel face of the liquid crystal panel 441R.

[Selected Figure]                      Fig. 20

